

Ça, c'est de la **SCIENCE!**

Revue scientifique des étudiants en Sciences de la nature du Collège de Valleyfield

Numéro 5 - printemps 2014



Chers lecteurs,



Suzie Grondin
Directrice des études

C'est avec fierté et professionnalisme que cette 5^e édition de la revue scientifique vous est présentée. Force est de constater que le défi de la vulgarisation des sciences y a été relevé et que les thèmes scientifiques abordés y sont des plus fascinants!

Les phénomènes naturels, les énigmes scientifiques ou encore la magie du quotidien y sont démystifiés et présentés d'une façon simple et accessible. Je suis convaincue que, tout comme moi, vous saurez grandement apprécier cette production étudiante de haute qualité.

Félicitations aux étudiantes rédactrices et aux étudiants rédacteurs pour la qualité des contenus et aux collaborateurs pour la qualité de la langue française ainsi que pour la conception graphique. J'offre tous mes remerciements aux professeurs qui ont contribué à la réalisation de cette édition de la revue scientifique.

Bonne lecture!



Chers amis,

Fidèles à une tradition s'étant établie depuis plusieurs années au Collège de Valleyfield, les étudiants du programme Sciences de la nature ont rédigé divers articles scientifiques dont certains ont été choisis pour faire partie de cette revue. Ce projet a un but et il est simple : vulgariser certains sujets de plusieurs domaines scientifiques, tels que la biologie, la chimie, l'astrophysique, les mathématiques et la géologie pour intéresser les personnes de tout âge à la science. D'ailleurs, le programme au Collège offre cette possibilité d'en apprendre davantage sur ce qui constitue le monde qui nous entoure.

Les étudiants du programme aimeraient chaleureusement remercier tous les intervenants ayant contribué à l'élaboration de cette revue scientifique. Hélène Lévesque, Danny St-Pierre, Dominique Tessier, Marie-Ève Provost-Larose, Éric Demers et Simon Labelle sont ces enseignants qui ont coordonné tout au long de la session la mise en oeuvre de ce projet. Il s'agit là d'une incontournable occasion de retransmettre les connaissances acquises pendant cette formation d'une façon intéressante et divertissante.

Nous sommes en plus reconnaissants envers ces nombreux commanditaires : le Collège de Valleyfield, l'AGÉCOV, le Syndicat des enseignants et enseignantes, Systèmes Satellitaire MDA, l'animalerie FELIX et la Coopérative du Collège de Valleyfield.

Cette cinquième édition de *Ça, c'est de la science!* offre encore une fois une panoplie d'articles variés qui, nous l'espérons, accroîtront votre intérêt envers les sciences.

Bonne lecture!

Les membres étudiants du comité,

Rémi Simard, Stéphanie Marcotte, Benoît Cholette, Tristan Brunette-Clément,
Philippe Desjardins et Yannick Lefebvre.

Table des matières

AH! L'AMOUR!	4
VOTRE CHANCE DE GAGNER UNE BOURSE D'ÉTUDES D'UN MILLION DE DOLLARS!	5
UNE PARTIE DU CIGARE S'ÉTEINT	7
VIAGRA, LA PERFORMANCE AU MASCULIN	8
UNE PROTÉINE FLUORESCENTE ILLUMINE LA BIOCHIMIE	10
VERS -1/12 ET PLUS LOIN ENCORE!	11
SUPERMAN, SUPERWOMAN, SUPERVOLCAN!!!	13
LA TÊTE DANS LES ÉTOILES	14
ACIDE LACTIQUE : QUE JUSTICE SOIT FAITE!	16
THE WALKING DEAD	17
QUE SERIEZ-VOUS PRÊT À PERDRE POUR GAGNER?	19
UN POISON CONTRE LE VIEILLISSEMENT : LE BOTOX DÉMYSTIFIÉ	20
LA FIN D'UN CAUCHEMAR...?	22
LORSQUE NOTRE SUBSTANCE DEVIENT NOTRE DÉCHÉANCE	23
LA GÉOTHERMIE, C'EST CHALEUREUX!	25

COMITÉ DE RÉDACTION :

Étudiants : Benoît Cholette, Tristan Brunette-Clément, Philippe Desjardins, Yannick Lefebvre, Stéphanie Marcotte et Rémi Simard

Professeurs : Éric Demers, François Hotte, Simon Labelle, Hélène Lévesque, Danny St-Pierre, Dominique Tessier

INFOGRAPHIE ET MISE EN PAGE : Aimie Chénard

RÉVISION LINGUISTIQUE : Guillaume Robidoux

ÉDITEUR : Collège de Valleyfield, 169, rue Champlain, Salaberry-de-Valleyfield (Québec) J6T 1X6

ISSN 1920-1141

Cette revue est conforme aux normes de la nouvelle orthographe.

La version électronique de la revue est disponible sur le site web du Collège (www.colval.qc.ca), dans la rubrique « Programmes d'études – Préuniversitaires », sous le titre du programme « Sciences de la nature ».



AH! L'AMOUR!

Par Mélina Gauthier, Audrey Joly, Marc-Olivier Taillefer et Carol-Ann Verdonck

Il est 14 h 27 et vous marchez d'un pas déterminé lorsque, soudain, vous croisez un parfait inconnu. Subitement, vous sentez votre cœur s'emballer et ces fameux papillons tourbillonner dans votre ventre. Dès lors, sans trop comprendre pourquoi, vous savez que c'est LA personne.

En effet, derrière tout ce processus qui semble magique se cache un cocktail neurochimique s'installant en moins d'un cinquième de seconde! Les deux principaux ingrédients à la base de ce délicieux mélange sont les neurotransmetteurs, molécules chimiques assurant la transmission des messages d'un neurone à l'autre, accompagnés d'un zeste d'hormones. Les effets de ces messagers de l'amour sont comparables à ceux ressentis par un toxicomane qui a consommé son précieux stupéfiant. Tel un drogué, l'amoureux est obsédé par les sensations que lui procure sa tendre moitié. C'est prouvé: une étude menée par Andreas Bartels et Semir Zeki de l'*University College* de Londres, a démontré que le simple fait de voir l'image de sa dulcinée active, comme le fait la cocaïne, quatre parties précises du cerveau qui, en temps normal, sont inertes. L'état physique et émotionnel des tourtereaux peut être comparé à celui des personnes atteintes de troubles obsessionnels compulsifs (TOC) : ces derniers pensent sans cesse à la personne aimée, et ce, jusqu'à la limite de l'obsession.

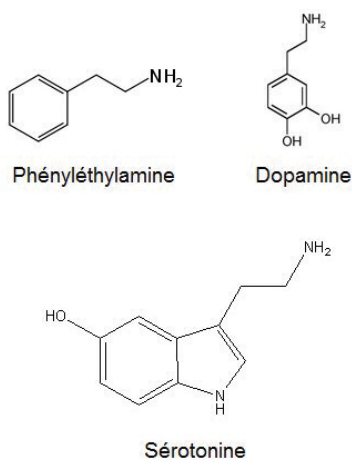


FIGURE 1 Les hormones responsables de la phase de l'attraction.

Dans les contes de fées, tout s'amorce avec l'arrivée d'un séduisant prince charmant sur son cheval blanc. Dans notre cas, il s'agit plutôt d'une cascade de réactions chimiques. Tout débute dans l'aire tegmentale ventrale du cerveau. C'est à cet endroit qu'il y a sécrétion de dopamine qui, en plus d'activer le plaisir et le désir, anéantit tout sentiment de tristesse. Par la suite, le noyau acumens sécrète l'ocytocine, alors que le noyau paraventriculaire de l'hypothalamus équilibre la vasopressine. Entretiens, il y a libération de phényléthylamine (PEA) et de sérotonine.

Le mécanisme amoureux peut se diviser en trois parties, soit le désir, l'attraction et l'attachement.

Étape 1 : LE DÉSIR

La toute première sensation se manifeste de façon immédiate et explosive, ou bien de manière progressive. Il doit forcément y avoir une cause, mais laquelle? Il s'agit bien évidemment d'un mélange de substances! Son premier constituant correspond aux phéromones, des molécules invisibles et volatiles. Captées par un système de l'odorat, dit l'organe voméronasal, elles sont sécrétées par les glandes apocrines localisées au niveau des aisselles, des mamelons, ainsi que des aines. La testostérone, le second constituant, est l'hormone qui alimente la partie sexuelle du cerveau en faisant naître des fantasmes et des sensations dans les zones érogènes. La dernière hormone produite au cours de cette étape est la lulibérine. Sécrétée dans l'hypophyse, elle stimule le désir, ainsi que la recherche de partenaires.

Étape 2 : L'ATTRACTION

Il s'agit de la phase de développement du véritable amour. Afin de l'atteindre, il y a tout d'abord libération d'une grande quantité de phényléthylamine (PEA), responsable de l'euphorie, de l'hyperactivité, du bonheur et de l'excitation ressentis. Un fait intéressant concerne le chocolat qui en contient une quantité minime. C'est pourquoi certaines demoiselles célibataires ont tendance à remplacer la présence d'un homme par du chocolat! L'action de la PEA déclenche ensuite la sécré-

tion de dopamine. Étant reliée au siège des émotions, appelé le système limbique, elle génère le bonheur en apportant plaisir et satisfaction. Un peu comme la drogue, elle provoque la perte d'appétit, l'hyperactivité et la diminution du nombre d'heures de sommeil requis. La sérotonine est le dernier neurotransmetteur à entrer en jeu au cours de cette étape en régularisant et paralysant l'humeur.

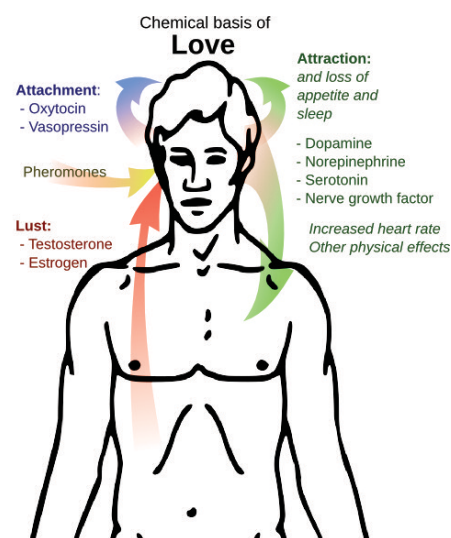


FIGURE 2 Les bases chimiques de l'amour.
Source : Mikael Haggström
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chemical_bas_is_of_love.png

Certaines demoiselles célibataires ont tendance à remplacer la présence d'un homme par du chocolat!

Étape 3 : L'ATTACHEMENT

Comme beaucoup de personnes ont pu le réaliser, la passion est éphémère. C'est pourquoi il existe des substances ayant comme point commun la fonction de transformer l'amour-passion en amour-attachement. Tout d'abord, il y a l'ocytocine, sécrétée par la glande pituitaire, qui procure la sensation de plaisir. Elle est libérée dans le cerveau et dans le système reproductif à chaque caresse de la personne aimée. Selon une étude, à la suite d'une injection d'ocytocine, des rats polygames sont devenus monogames, ce qui suggérerait une corrélation directe entre la présence d'ocytocine et la stabilité des couples. Puis, comme pour remplacer la PEA, dont les effets s'estompent, c'est l'endorphine qui est libérée. Appartenant à la famille des opiacés, elle a pour fonction de calmer, soulager la douleur et réduire l'anxiété, ainsi que de développer un lien durable entre les partenaires. Finalement, la vasopressine libérée au cours de cette étape est responsable de l'attachement à son partenaire et aux enfants.

PEINE D'AMOUR

Il est possible qu'un jour ce parfait bonheur puisse disparaître de manière spontanée, causant l'anéantissement de la personne délaissée. La fin d'un couple, souvent après 3 ans, est provoquée par une désensibilisation graduelle des zones cérébrales aux taux élevés de dopamine et de PEA et ce, malgré la contribution de certains mécanismes hormonaux, notamment celui de l'ocytocine, qui maintient le sentiment amoureux. Le syndrome du cœur brisé, se produisant sous l'effet d'un grand stress, est comparable à un infarctus, mais sans les lésions permanentes au cœur. Lors de ce choc intense, le cerveau émet un signal aux glandes surrénales qui sécrètent de l'adrénaline pour répondre au bouleversement subi par le corps. L'adrénaline provoque la contraction de certains vaisseaux et accélère le rythme cardiaque, pouvant causer une paralysie du cœur et même son arrêt complet. C'est de là que l'expression « *l'amour fait mal* » tire son origine!

Ainsi, ce sentiment intrigant et incompréhensible qu'est l'amour a le pouvoir de nous transporter de l'ivresse à la tristesse, de l'exaltation à l'abattement, en une fraction de seconde. Et si, après tout, il ne s'agissait que d'une combinaison de réactions chimiques? Cette mécanique complexe comporte encore une grande partie relevant de l'inconnu, ce qui laisse place à la magie de l'amour. À ce jour, aucune science n'a réussi à complètement percer le mystère amoureux.

RÉFÉRENCES :

- YOUNG LEE, Gha, *Chemistry of love!* [en ligne], (Consulté le 12 mars 2014) http://journys.org/sites/default/files/fall_2012_1_0.pdf#page=5.
- JEPIC, *Pourquoi et comment on tombe amoureux*, [en ligne], (Consulté le 4 mars 2014) <http://www.jepic.org/famille-amour/pourquoi-et-comment-on-tombe-amoureux-24383/>.
- SANTÉ CHEZ NOUS, *Pourquoi l'amour fait mal*, [en ligne], (Consulté le 4 mars 2014) http://santecheznous.com/channel_health_features_details.asp?health_feature_id=270&article_id=889&channel_id=16&relation_id=39642.

VOTRE CHANCE DE GAGNER UNE BOURSE D'ÉTUDES D'UN MILLION DE DOLLARS!

Par JérémY Boulay, Julie Lauzon et Rémi Simard

Dans un jeu, vous choisissez une porte parmi trois, dont une cache un prix. On vous ouvre ensuite une porte malchanceuse et on vous donne la chance de changer de porte. Saurez-vous optimiser les probabilités en votre faveur?

Derrière une des trois portes se trouve une bourse d'études d'un million de dollars, tandis qu'il y a une chèvre derrière les deux autres. Après avoir fait votre premier choix de porte, l'animateur du jeu ouvre une des deux autres, celle-ci dévoilant une chèvre. Il reste donc deux portes : celle que vous avez choisie et une autre. Avez-vous intérêt à changer de porte?

Notre première intuition nous inciterait à croire que nous avons une chance sur deux de gagner pour chacune des portes restantes, mais toute la nature du paradoxe repose sur l'opposition entre notre intuition et la réalité. Cette fausse intuition provient du fait que plusieurs

personnes abordent le problème comme si elles recommençaient à zéro. Elles interprètent maintenant la chance de changer de porte de la même manière qu'avec le jeu initial, mais avec seulement deux portes. Ainsi, les participants croient avoir autant de chance avec leur porte qu'avec l'autre, soit 50-50. Cependant, ce raisonnement n'est pas compatible avec la réalité.

Nous avons nous-mêmes réalisé une expérience de ce type avec des verres. Pour que nos résultats ne soient pas erronés, nous l'avons effectuée à plusieurs reprises. Bref, l'un d'entre nous cachait un prix sous un des trois verres, et une autre personne, ne sachant évidemment pas où était le prix, devait tenter de deviner sous quel verre il se trouvait. Pour la moitié de nos tests, la décision du joueur était de ne pas changer de verre après au dévoilement d'un verre vide. En ce qui concerne l'autre moitié de nos tests, le joueur changeait de verre. Dans ce

dernier cas, il gagnait le prix plus souvent qu'il le perdait, mais lorsqu'il ne changeait pas de verre, il perdait plus souvent qu'il gagnait, comme le démontre notre graphique (figure 1). Comment cela est-il possible?

Ainsi, les participants croient avoir autant de chance avec leur porte qu'avec l'autre, soit 50-50. Cependant, ce raisonnement n'est pas compatible avec la réalité.

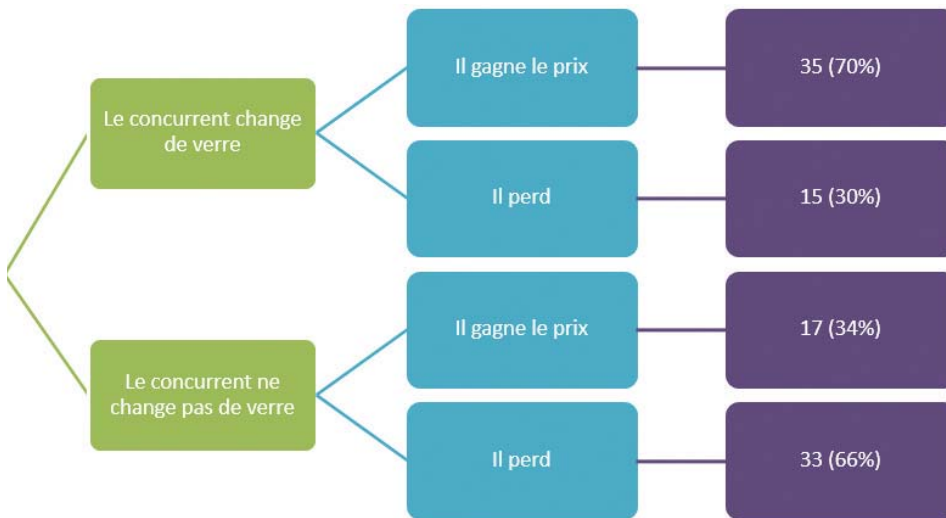


FIGURE 1 Diagramme en arbre représentant nos résultats expérimentaux.
Source : Diagramme créé par les auteurs.

En fait, il nous faut voir le jeu dans son ensemble et non comme deux jeux dissociés. Dès le début, la plupart des gens croient avoir une chance sur trois d'avoir la bonne porte, soit celle contenant la bourse. Cette probabilité est la même pour chacune des portes. Le même raisonnement doit être effectué pour chaque porte cachant une chèvre. Ainsi, chaque porte a une chance sur trois (1/3) de cacher une bourse et deux chances sur trois (2/3) de cacher une chèvre.

Plongeons-nous dans la situation où vous êtes déterminés à gagner la bourse avec votre premier choix. Par exemple, faisons comme si vous aviez choisi la porte numéro 1. Par la suite, l'animateur vous ouvre une porte où se trouve une chèvre, par exemple la porte

numéro 2, et vous demande : « Voulez-vous garder la porte numéro 1 ou changer pour la porte numéro 3? » Étant convaincu que la bourse est derrière la porte 1, vous la gardez. Alors, pour gagner, il faudrait que le prix soit effectivement derrière la porte 1. Cet événement a une probabilité d'une chance sur trois, selon le schéma ci-joint, puisque vous avez choisi une porte parmi trois (figure 2).

Allons maintenant dans une situation différente où nous évaluons vos probabilités plus en profondeur. Prenons la situation où vous changez de porte lorsque l'animateur vous le propose. Afin de perdre, après avoir changé pour la porte 3, il faudrait que vous ayez choisi la bonne porte au départ, la porte numéro 1, car la bourse ne peut pas être derrière la porte

numéro 2 (celle-ci contient une chèvre). Toutefois, si vous désirez gagner la bourse après avoir changé, il faudrait que votre porte de départ, c'est-à-dire la porte numéro 1, cache une chèvre. La probabilité que cela soit le cas est de deux chances sur trois. Bref, vous avez les deux tiers des chances de perdre avec la porte numéro 1 (sans changer), tandis que vous avez seulement le tiers des chances de gagner avec cette même porte. C'est à ce moment que vous pouvez commencer à remarquer comment les probabilités font leur magie!

En fait, si le jeu était seulement de choisir une porte parmi trois et que c'était cette porte qui vous était ouverte, vous dévoilant votre prix, votre chance de gagner serait d'une sur trois, tout simplement. Par contre, puisque le jeu est plus complexe et repose sur un deuxième choix de porte, vos probabilités doivent être perçues différemment du cas précédent. Voilà pourquoi il est avantageux de changer de porte.

Pour ceux qui sont toujours sceptiques, concentrez-vous seulement sur ces dernières lignes. Pour gagner sans changer, nous sommes tous d'accord, il faut choisir la bonne porte dès le départ. Pour la situation où il y a un changement de porte, la seule façon de perdre est d'avoir initialement choisi la porte contenant la bourse, et la chance que cela se produise est d'une sur trois. Bref, si la probabilité de perdre en changeant est d'une sur trois, la chance de gagner est de deux sur trois. Étonnant, n'est-ce pas? Ce n'est certes pas un résultat qui va de pair avec notre intuition de départ. Après tout, comme le dit le proverbe, il y a juste les fous qui ne changent pas d'idée!

RÉFÉRENCES :

- DAVALAN, Jean Paul. *Jeux et Mathématiques, Problème simple mais peu intuitif des trois portes*. [en ligne], (Consulté le 11 avril 2014) <http://jm.davalan.org/proba/3p/index.html>.

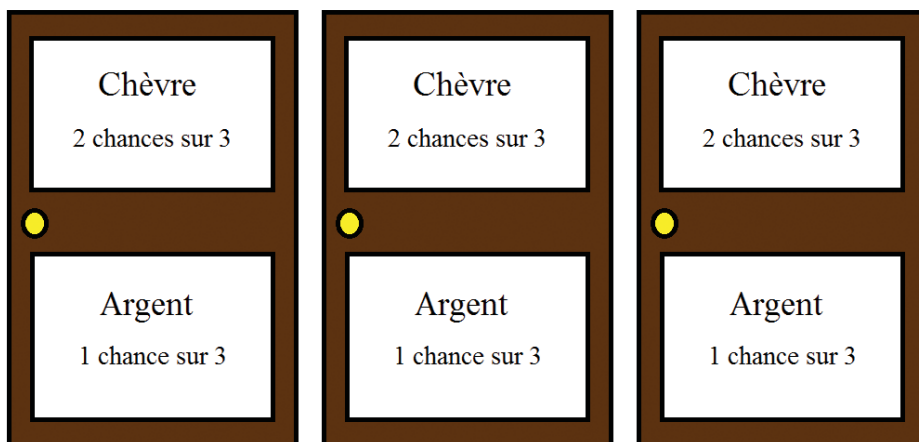


FIGURE 2 Les trois portes représentant les chances d'avoir un prix et une chèvre.
Source : Schéma créé par les auteurs.

UNE PARTIE DU CIGARE S'ÉTEINT

Par Émilie Brouillard, Jean-Michel Brunet et Benoît Cholette

Naissance, vie et mort. Le cycle de toutes les étoiles. Un cycle qui prend fin de façon spectaculaire, digne du symbole de puissance que sont les étoiles, et qui ne cessera jamais de nous fasciner.

L'étude des étoiles, ou astronomie, a toujours accompagné le développement de l'humanité. Ces points brillants dans la voûte céleste ont donné naissance à moult histoires et mythes, ont été associés à diverses divinités et ont fait bourdonner l'esprit rêveur de l'Homme. Toutefois, la rêverie a été accompagnée de cette curiosité scientifique propre à l'espèce humaine, celle qui nous pousse à constamment découvrir une explication aux phénomènes incompris. Heureusement, les quelque sept-mille ans qui nous séparent des balbutiements de l'astronomie, où l'Homme s'émerveillait encore devant le feu, nous ont permis de comprendre le cycle de vie des étoiles, leur composition et leur influence sur la vie en général. Dans le présent article, nous tenterons de cerner le plus précisément possible le phénomène des supernovas, après vous avoir fait part d'une découverte phénoménale en astronomie survenue le mois de janvier dernier.

Tout d'abord, un phénomène surprenant a été observé le 21 janvier 2014 à 19 h 20 GMT. En effet, un groupe d'étudiants en astrophysique de l'Université de Londres a constaté l'existence d'une supernova dans la galaxie du Cigare, aussi appelée M82. Un soir, alors qu'ils suivaient un cours pour apprendre à se servir de la caméra de l'observatoire de l'université, ils ont remarqué une zone blanche qui

Un groupe d'étudiants en astrophysique de l'Université de Londres a constaté l'existence d'une supernova dans la galaxie du Cigare, aussi appelée M82.

était absente des photos antérieures de cette galaxie. Après avoir analysé les caractéristiques de cette zone blanche, ils en sont venus à la conclusion, avec l'aide de leur professeur, qu'il s'agissait d'une supernova. Celle-ci a été nommée SN 2014J. Il s'agit en quelque sorte d'une partie de cette galaxie qui s'éteint, laissant en deuil ses étoiles voisines!

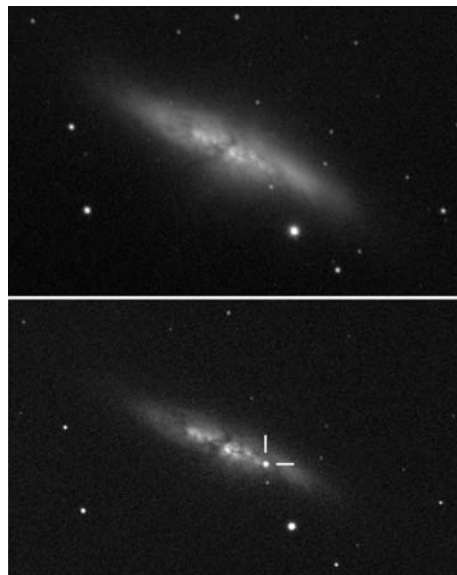


FIGURE 1 Photo originale de la supernova dans M82.

Source : Image prise par Steve Fossey, Ben Cooke, Guy Pollack, Matthew Wilde et Thomas Wright de l'UCL. <http://www.ucl.ac.uk/maps-faculty/maps-news-publication/maps1405>.

Mais qu'est-ce qu'une supernova exacte-ment? Une supernova correspond à la mort explosive d'une étoile de taille moyenne ou relativement massive. Il faut d'abord comprendre que durant son cycle de vie, une étoile agit comme un immense réacteur à fusion. L'atmosphère d'une étoile est composée principalement d'hydrogène, le premier et le plus petit des éléments du tableau périodique. En raison de l'attraction gravitationnelle du noyau de l'étoile, les atomes d'hydrogène s'accumulent dans celui-ci et s'agglomèrent. À un certain point, quatre atomes d'hydrogène finissent par acquérir l'énergie suffisante pour fusionner en un élément plus gros, soit l'hélium. Or, l'élément qui découle de cette fusion ne possède pas une masse équivalant à l'addition de celle des quatre atomes d'hydrogène. En effet, elle est légèrement inférieure.

La différence de masse est d'une importance capitale pour la vie comme nous la connaissons puisqu'elle permet de nous fournir une quantité viable d'énergie. La fameuse équation $E = mc^2$ d'Albert Einstein explique cette transformation de la masse en énergie. La fusion nucléaire qui se déroule dans le noyau permet la création de l'ensemble des éléments plus complexes allant de l'hélium au fer. Pour ce qui est des éléments dont le numéro atomique est supérieur à 26, soit celui du fer, ils ne seront pas créés de façon abondante durant le cycle de vie de l'étoile, car les réactions qui permettent leur création requièrent une quantité d'énergie plus grande que celle qu'elles libèrent, ce qui nuit à leur déroulement dans les conditions dites stables offertes par le noyau stellaire. Le phénomène de supernova se produit lorsque le noyau de l'étoile, contenant à ce moment énormément de matière, atteint une densité critique. Le noyau n'est plus stable et subit une implosion : le noyau s'écroule sur lui-même, libérant de façon violente les éléments qu'il a créés par fusion nucléaire tout au long de son cycle. C'est à ce moment que les éléments lourds, absents du noyau stellaire, apparaissent. Les conditions à l'intérieur du noyau au moment d'une supernova sont si extrêmes qu'elles permettent la fusion d'éléments ayant un numéro atomique supérieur à celui du fer. Ensuite, une vague d'énergie pure est libérée par la supernova, vague dont l'énergie est de l'ordre de 10^{28} mégatonnes, soit 10^{28} millions de tonnes de TNT!



FIGURE 2 Représentation artistique de l'aspiration d'une étoile par une naine blanche. Source : Image de Justyn R. Maund de l'University of Cambridge et de l'European Space Agency. <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/star/supernova/2004/41/image/a/results/100/>.

Ce qui reste du noyau de l'étoile après une telle explosion dépend de la taille initiale de l'objet stellaire. Chez les étoiles dont la taille du noyau est inférieure à cinq fois celle du Soleil, l'implosion est stoppée par les neutrons qui entrent en contact les uns avec les autres. Le coeur de l'étoile reste alors uni et crée le phénomène d'étoile à neutrons, étoile ayant une masse supérieure de presque une fois et demie à celle du Soleil, mais ayant un rayon de seulement huit kilomètres environ. Pour ce qui est des étoiles plus grosses, elles deviendront des trous noirs.

Ensuite, il faut préciser que le phénomène de supernova peut se diviser en deux types, soit les types I et les types II. Les supernovas de type II sont celles que nous avons expliquées dans le paragraphe précédent. Les supernovas de type I, quant à elles, se divisent en trois catégories : Ia, Ib et Ic. Ici, nous aborderons plus en détail le type Ia, puisque SN 2014J était une supernova de ce type.

Les supernovas de type Ia sont causées par la dégradation continue d'une étoile compagne par une naine blanche située à proxi-

mité. Une naine blanche est une étoile en fin de vie et conséquemment très petite, mais possédant une grande densité. À force d'accumuler de la matière venant de sa compagne, la naine blanche grossit énormément. Puis, lorsque sa densité atteint le seuil critique de $2 \times 10^9 \text{ g/cm}^3$, le carbone et l'oxygène fusionnent violemment et créent une supernova. La caractéristique unique des supernovas de type Ia correspond à ce qui reste de l'étoile



FIGURE 3 Magnifique représentation en lumière visible de M82, la galaxie du Cigare.
Source : Image de Hubble reprise et réalisée par Judy Schmidt le 23 décembre 2013. <https://www.flickr.com/photos/geckzilla/11524877534/sizes/k/in/photostream/>.

après son explosion. En effet, contrairement aux explosions de type II, une supernova résultant de la première catégorie ne produira pas d'étoile à neutrons ou de trou noir. Les seules traces de cette explosion seront les gaz expulsés dans le milieu interstellaire par la naine blanche à sa mort. Celle-ci disparaîtra donc pour de bon.

Qu'arrivera-t-il alors à notre système solaire lorsque notre propre étoile, le Soleil, entamera son voyage en corbillard? Étant une étoile relativement petite, il ne formera jamais une supernova et deviendra plutôt une géante rouge, qui englobera les planètes les plus proches d'elle, incluant probablement la Terre. Par la suite, il y aura formation d'une nébuleuse planétaire, qui consiste en un immense nuage de gaz diffus, avec en son centre une naine blanche.

RÉFÉRENCES :

- NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER, *Supernova*, [en ligne], (Consulté le 10 avril 2014) <http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/known2/supernovae.html>.
- UNIVERSITY COLLEGE LONDON, *Supernova in Messier 82 discovered by UCL students*, [en ligne], (Consulté le 10 avril 2014) <http://www.ucl.ac.uk/maps-faculty/maps-news-publication/maps1405>.

VIAGRA, LA PERFORMANCE AU MASCULIN

Par Camille Boudreau-Labossière, Yannick Lefebvre et Josée-Lise Leheutre

On entend souvent dire que les gens du 21^e siècle sont hypersexualisés. Dans la société d'aujourd'hui, la performance sexuelle semble une obsession, et ce n'est pas rare de voir des gens prendre des « pilules bleues » (du Viagra) pour combler leurs besoins.

En 1998, après une libération sexuelle qui a fait tomber les derniers tabous en lien avec la sexualité et qui mène directement à un monde de performance, *Viagra*, également connu sous le nom de sildénafil citrate, fait son apparition dans les étagères des pharmacies. Initialement destiné à traiter l'angine de poitrine, le médicament fait face à une succession d'échecs lors d'études thérapeutiques contre les maladies vasculaires.

Le sildénafil citrate est un composé qui cible la phosphodiesterase de type 5 (PDE-5) et l'inhibe de manière plus intense, ce qui a pour

effet de dilater les artères coronaires et de faciliter la disparition des symptômes de l'angine. Lors des premiers essais cliniques de 1991, les participants ont rapporté de nombreuses occurrences d'érection à la moindre stimulation sexuelle en guise d'effet secondaire. Malgré tout, les laboratoires ont décidé d'ignorer ces nouveaux éléments et, après une année d'essai sur le produit, les chercheurs se sont aperçus que les effets du composant sont peu concluants dans le traitement de l'angine de poitrine.

En 1993, les chercheurs se rabattent donc sur le sildénafil citrate comme moyen pour contrer les problèmes érectiles. Vingt-et-un essais cliniques sont menés jusqu'en 1997, mettant à contribution 4500 patients souffrant de troubles d'érection. Le Viagra est approuvé en 1998 par la *Food and Drug Administration* (autorité de santé des États-Unis) et devient



FIGURE 1 La pilule Viagra et son emballage.
Source : WIKIPEDIA. Sildenafil. [en ligne], (Consulté le 10 avril 2014) http://en.wikipedia.org/wiki/File:Viagra_in_Pack.jpg.

ainsi le premier traitement par voie orale contre les troubles érectiles. Depuis, le *Viagra* a été commercialisé dans plus de quarante pays. Son agent actif, le sildénafil, permet de favoriser la circulation sanguine dans le pénis en relâchant les artères. Cet afflux de sang permet au pénis de s'allonger et de se durcir, d'où l'érection provoquée.

En fait, l'érection se produit sous l'influence de différents facteurs. Cependant, le corps sécrète également de la phosphodiesterase de type 5 (PDE-5), ce qui dégrade les molécules de GMPc et diminue l'érection. Comme mentionné plus haut, le rôle du *Viagra* est de venir empêcher partiellement la PDE-5 d'accomplir sa fonction de dégradation afin d'avoir une bonne érection. Pour être efficace et venir inhiber la PDE-5, le citrate de sildénafil doit être une molécule dont la taille, la forme et le moment dipolaire sont très semblables au GMPc. En effet, chacune des molécules de PDE-5 a de 3 à 4 cycles comportant de 5 à 6 atomes. Pour la plupart, les cycles sont des hétérocycles composés d'atomes d'azote et d'oxygène qui sont attachés au cycle, ce qui rend les deux molécules encore plus semblables. Elles se ressemblent tellement, que le citrate de sildénafil peut venir prendre la place du GMPc dans le site actif de l'enzyme PDE-5. Ainsi, le GMPc peut continuer d'effectuer sa fonction d'augmenter l'apport sanguin dans le pénis.

Toutefois, comme c'est souvent le cas pour plusieurs substances pharmacologiques, le *Viagra* cause plusieurs effets secondaires indésirables. En effet, depuis sa mise en

marché, on dénombre quelques cas de troubles des systèmes cardiovasculaire (crises cardiaques), digestif (vomissements), urogénital (persistance de l'érection) ainsi que des troubles de la peau chez les personnes qui prennent activement le médicament. On a découvert certains effets du sildénafil sur les organes sensoriels, particulièrement les yeux. Certains consommateurs du *Viagra* ont souffert de perte de vision, parfois même définitive. De plus, on observe une corrélation entre la prise de *Viagra* et certains problèmes cardiaques, particulièrement quelques cas d'infarctus du myocarde survenus peu de temps après l'ingestion du médicament. Comme le sildénafil est un médicament qui dilate les artères, il agit fortement sur le système cardiovasculaire. Il est alors déconseillé aux personnes ayant des troubles cardiaques d'avoir recours au *Viagra*. Ces personnes sont plus sujettes aux effets secondaires d'ordre cardiovasculaire, tels que la crise cardiaque, l'accident vasculaire cérébral, les douleurs thoraciques, l'hypertension et l'arythmie cardiaque.

Même si le *Viagra* ne convient pas à tout le monde, il existe une panoplie d'autres remèdes aux dysfonctions érectiles! Par exemple, *Cialis*, qui a recours au tadalafil au lieu du sildénafil, agit aussi pour inhiber la phosphodiesterase de type 5 (PDE-5). Il peut être pris à la demande ou en dose quotidienne et est efficace pendant 36 heures. De plus, il existe également *Lévitra*, composé de vardénafil et agissant également sur le PDE-5 avec une plus grande rapidité, soit en 15 minutes, et qui dure jusqu'à 10 heures. Néanmoins, il est possible de prendre des aliments dimi-

nuant les effets des dysfonctions érectiles, mais dont l'efficacité peut être remise en doute facilement. Par exemple, le gingembre, les piments ou le paprika, aussi bien que le thym, le persil et les agrumes peuvent aider.

Cet afflux de sang permet au pénis de s'allonger et de se durcir, d'où l'érection provoquée.

Certains diront qu'il est aberrant de modifier le rythme de la vie par un médicament alors que d'autres diront qu'il s'agit d'un incroyable progrès scientifique. C'est vrai, on peut désormais avoir recours à des substances chimiques qui modifient, pour le mieux, certains aspects indésirables de la vieillesse, comme la diminution de la capacité d'obtenir une érection. Cependant, on peut se demander si le désir de performance qu'alimente la société actuelle justifie vraiment les risques pour la santé qu'implique la prise de médicaments comme *Viagra*.

RÉFÉRENCES :

- HAZEL, Pascale. *The structure of sildenafil*. [en ligne], (Consulté le 1^{er} avril 2014) http://www.ch.ic.ac.uk/local/projects/p_hazel/index.html.
- CANOE.CA. *Médicaments. Viagra (sildénafil)*. [en ligne], (Consulté le 1^{er} avril 2014) http://sante.canoe.ca/drug_info_details.asp?channel_id=0&relation_id=0&brand_name_id=1108&page_no=2.
- PFIZER CANADA INC. *Viagra*, Sildénafil sous forme de citrate de sildénafil*. [en ligne], (Consulté le 1^{er} avril 2014) http://www.pfizer.ca/fr/our_products/products/monograph/132.

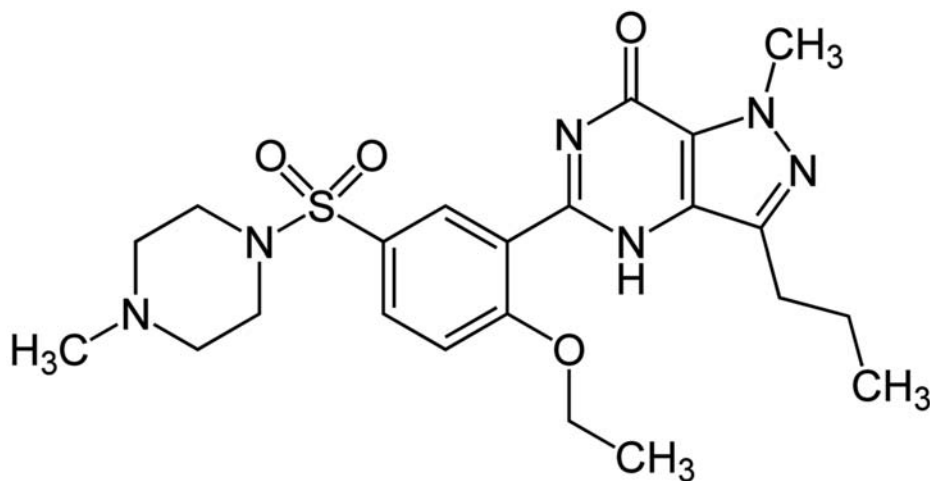


FIGURE 2 Une molécule de sildénafil.

Source : WIKIMEDIA COMMONS. File : Sildenafil Structural Formulae.png. [en ligne], (Consulté le 10 avril 14) http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sildenafil_Structural_Formulae.png.

UNE PROTÉINE FLUORESCENTE ILLUMINE LA BIOCHIMIE

Par David Jacques-Michaud, Philippe Desjardins et Samuel Deschamps

Après sa découverte chez une méduse, une protéine fluorescente a révolutionné le monde de la biochimie en permettant l'exploration de nombreux aspects du vivant qui étaient jusqu'à maintenant méconnus des scientifiques.

Les scientifiques ont toujours eu le désir de comprendre comment fonctionne le monde qui nous entoure. Mais qu'advierait-il si nous pouvions le voir? Si nous pouvions observer comment interagissent les molécules du monde vivant? Cette lumière sur l'univers biologique est maintenant possible grâce à la découverte de l'*Aequorea victoria*, une méduse possédant une caractéristique hors du commun : la bioluminescence. Depuis toujours, on observe ce phénomène particulier sur de multiples espèces animales, comme certains poissons morts échoués sur des rivages ou encore des insectes émettant de la lumière à la tombée de la nuit. Un dénommé Pline l'Ancien (23-79 apr. J.-C.) s'attaqua à la classification des êtres vivants bioluminescents, mais de nombreuses années passèrent avant que la chimie puisse finalement expliquer ce phénomène lumineux.

Au début des années 1960, Osamu Shimomura, chimiste et biologiste marin, réussit à isoler la protéine à la base du phénomène de

bioluminescence chez la méduse *Aequorea victoria*. Cette protéine, appelée « Green fluorescent protein » ou GFP, est formée d'une chaîne de 238 acides aminés adoptant une structure tridimensionnelle semblable à un tonneau. C'est d'ailleurs ce terme que les scientifiques emploient lorsqu'ils veulent décrire cette forme : la configuration tonneau. Mais c'est le chromophore, situé au centre de ce tonneau et composé de trois acides aminés, qui est responsable de la lumière produite par la GFP. On le qualifie de site actif de la molécule (figure 1).

Avant toute chose, définissons la bioluminescence : c'est une réaction chimique se déroulant à l'intérieur d'un organisme vivant et produisant de l'énergie, principalement sous forme de lumière. Comment la GFP devient-elle fluorescente? Seule la chimie peut nous l'expliquer. Cette fluorescence est en réalité un phénomène dû à l'action combinée de deux protéines présentes chez la méduse *Aequorea victoria* : l'aequorine et la GFP.

Tout d'abord, dans l'eau, les organes de la méduse peuvent devenir fluorescents grâce au calcium présent. Effectivement, la première protéine, l'aequorine, capte les ions Ca^{2+} , ce qui change sa forme initiale. Pour revenir

à sa structure d'origine, l'aequorine émet de l'énergie sous forme d'un photon produisant de la lumière bleue qui va exciter le chromophore de la GFP. Ainsi activé, il émet un photon de lumière verte. Le chromophore revient ensuite à son état stable pour être excité de nouveau. Cependant, une fois la GFP isolée, le chromophore peut être activé directement lorsque soumis à des rayons ultraviolets, ce qui est à la base de son utilisation en biotechnologie.

Cette lumière sur l'univers biologique est maintenant possible grâce à la découverte de l'*Aequorea victoria*.

Effectivement, la GFP possède une propriété plus que primordiale : elle garantit sa fluorescence d'elle-même, sans la moindre enzyme. C'est ce qui fait de cette protéine un choix de premier ordre dans l'étude des cellules et des organismes vivants. Une recherche entreprise par trois scientifiques, qui a fait d'eux les lauréats d'un prix Nobel en 2008, nous montre que la GFP, une fois introduite dans une cellule, permet de suivre la vie et le parcours de cette dernière. Équipement nécessaire : rien de plus qu'un microscope et une lampe UV! C'est ainsi qu'une grande partie des images de cellules que nous voyons entre autres dans les manuels scolaires sont prises. Cette technique appelée microscopie par fluorescence aide aussi les scientifiques à suivre, par exemple, le développement des cellules cancéreuses chez les rats. On espère ainsi en apprendre plus sur la formation de cette maladie dévastatrice.

Le *Brainbow* ou simplement le suivi des neurones est aussi un des apports majeurs de la GFP (figure 2). L'association entre certains gènes exprimés par les neurones et diverses couleurs de protéines fluorescentes nous

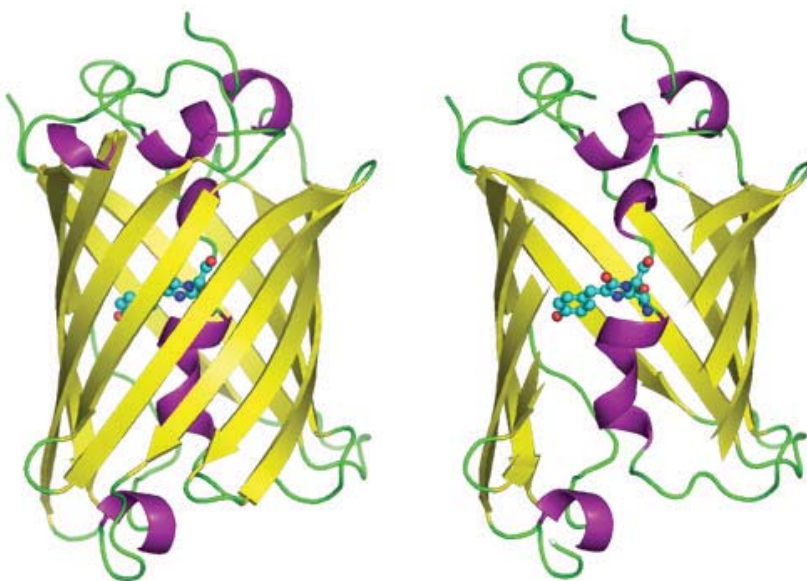


FIGURE 1 Structure tridimensionnelle en tonneau de la GFP avec son chromophore (en rose).
Source : KELLER, Raymond. *GFP & Fluorophore*, 2008 [en ligne], (Consulté le 9 avril 2014) http://en.wikipedia.org/wiki/Green_fluorescent_protein.

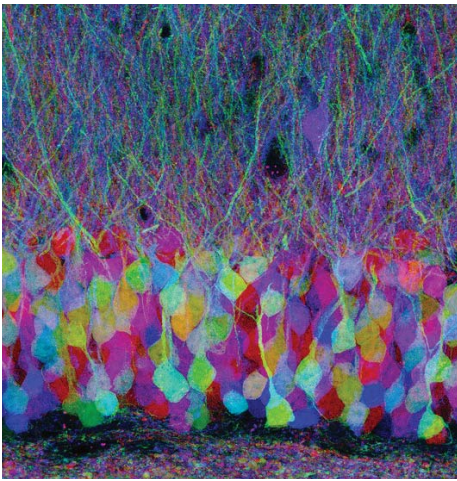


FIGURE 2 Brainbow, soit "brain" pour cerveau et "rainbow" pour arc-en-ciel, dans le gyrus dentelé, une partie du cortex cérébral!

On y voit les neurones colorés.

Source : LICHTMAN, Jeff/ HARVARD UNIVERSITY. Dentate gyrus, 2008 [en ligne], (Consulté le 1^{er} avril 2014) <https://www.flickr.com/photos/wbur/2926259199/>.

permet de visualiser l'expression de ces gènes dans le tissu cérébral et ce, distinctement. L'équipe de Harvard qui a eu cette idée contribue à la compréhension des connexions inter-neuronales et du développement cérébral.

Ainsi, des percées majeures en médecine sont à prévoir grâce à la GFP. Vous devez certainement vous demander comment diverses couleurs de GFP sont possibles, alors que nous ne parlons que du vert depuis le début! C'est qu'après sa découverte, les scientifiques ont fait face à un inconvénient majeur : la protéine ne produit qu'une lumière verte, alors comment visualiser plusieurs phénomènes distincts simultanément? La solution est venue grâce à l'ingénierie génétique, autrement dit la modification de la chaîne d'acides aminés. Désormais, un nombre impressionnant de mutations sont utilisables et elles passent par toute une palette de couleurs.

Bien que la GFP comporte déjà une grande gamme de domaines d'applications, elle possède ce qui semble en apparence une faiblesse : la fluorescence de cette protéine est très sensible aux conditions expérimentales, par exemple, aux variations de l'acidité. Or, cette caractéristique permet, en observant les variations d'intensité lumineuse, de mettre à jour les fluctuations dans un milieu aussi microscopique que la cellule! Certaines GFP modifiées réagissent aux variations de chaleur, ce qui fait d'elles de véritables thermomètres

de niveau moléculaire! Certains biologistes pensent même qu'il serait possible d'utiliser cette particularité des biosenseurs pour détecter les variations de pH, de chlore, de certains métaux lourds et de contaminants divers. La capacité de détection des GFP pourrait s'avérer être une avancée prodigieuse pour la biologie.

Bref, la prochaine fois que vous verrez une luciole, dites-vous que cet insecte volant et sa bioluminescence ne sont pas seulement responsables de la simple lueur que vous voyez au loin, mais aussi d'une lueur d'espoir pour beaucoup de scientifiques.

RÉFÉRENCES :

- ALTAIRAC, Séverine, de l'Institut Suisse de Bioinformatique. *À la lueur d'une protéine*. [en ligne], (Consulté le 1^{er} avril 2014) <http://web.expasy.org/prolune/dossiers/023/>.
- BAUTZ, Anne-Marie, de l'Université Henri Poincaré, Laboratoire de Biologie expérimentale et Immunologie, La bioluminescence chez les animaux, [en ligne], (Consulté le 9 avril 2014) [http://www.als.uhp-nancy.fr/Bulletins/Tome44\(1-4\)/ConfAMBautz.pdf](http://www.als.uhp-nancy.fr/Bulletins/Tome44(1-4)/ConfAMBautz.pdf).
- GDR, Délégation Régionale Midi-Pyrénées du CNRS, *15^e Atelier théorique et pratique : Le signal calcique*, octobre 2011 [en ligne], (Consulté le 10 avril 2014) http://www-calcium.ups-tlse.fr/IMG/pdf/cours_2011.pdf.

VERS -1/12 ET PLUS LOIN ENCORE!

Par Julie Lauzon et Rémi Simard

Si on vous demandait d'additionner 1, 2, 3, 4, 5, et ainsi de suite jusqu'à l'infini, quelle réponse donneriez-vous? L'infini, n'est-ce pas? Eh bien, vous vous tromperiez peut-être!

Depuis des centaines d'années, les mathématiciens se penchent sur ce concept appelé les séries infinies. Ce type de séries consiste à additionner ou à soustraire des termes, sans jamais s'arrêter. La notation officielle pour la sommation mentionnée au départ est la suivante :

$$N = \sum_{n=1}^{\infty} n = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + \dots = -\frac{1}{12}$$

Cette notation se lit comme suit : la somme de tous les n partant de 1 jusqu'à l'infini tend vers -1/12. Nous vous entendons déjà vous plaindre que nous avons fait une erreur et que cette série ne tend pas vers -1/12, mais préparez-vous à être mystifiés!

Tout d'abord, pour bien comprendre le phénomène, il est intéressant de partir avec une bonne base. C'est pourquoi il faut observer le cas des suites et des séries mathématiques. Une suite est en fait un ensemble rassemblant des éléments qui suivent un certain ordre. Le nombre d'éléments peut être déterminé s'il s'agit d'une suite dite finie ou il peut être illimité si on est en présence d'une suite infinie. Par exemple, la suite ci-dessous, dont l'ordre respecté représente des bonds de deux, est une suite finie, puisqu'elle a un facteur n allant de 1 à 4.

$$\{2n\}_{n=1}^4 = \{2, 4, 6, 8\}$$

Toutefois, la série qui nous intéresse réellement découle en fait d'une suite infinie. Voici un exemple de suite infinie :

$$\{n\}_{n=1}^{\infty} = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots\}$$

Cela veut dire que la suite contient tous les nombres entiers allant de 1 à l'infini. On peut voir que l'ordre qu'adopte cette suite se traduit par le fait que le nombre a toujours un entier de plus que le nombre qui le précède.

Alors que la suite représente un ensemble d'éléments, la série, elle, est l'addition ou la soustraction de tous les éléments d'une suite. Tout comme ces dernières, les séries peuvent être finies ou infinies, selon que le nombre de termes additionnés ou soustraits est limité ou illimité. Dans le cas de la suite finie précédente, la série associée à la sommation des éléments de cette suite est la suivante :

$$\sum_{n=1}^4 2n = 2 + 4 + 6 + 8 = 20$$

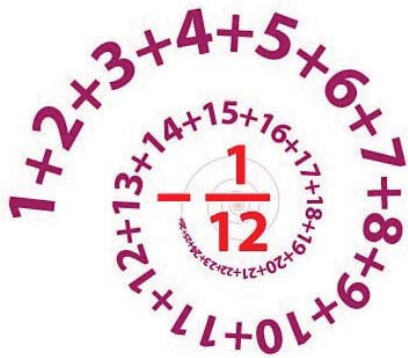


FIGURE 1 La somme des nombres allant de 1 à l'infini et son mystérieux résultat de $-1/12$.
Source : © POLSTER, Buckard et ROSS, Marty, février 2014. Qedcat : <http://www.qedcat.com/archive/187.html>, consulté le 9 avril 2014. Reproduite avec autorisation écrite de l'auteur.

Le cas qui nous intéresse représente plutôt une série infinie. On peut alors l'écrire comme suit :

$$\sum_{n=1}^{\infty} n = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + \dots$$

En calcul différentiel et intégral, les suites nous permettent de conclure si une série infinie tend vers une certaine valeur (série dite convergente) ou pas (série dite divergente).

Maintenant que les concepts de suite et de série sont bien maîtrisés, vous êtes prêts à attaquer les explications du mystérieux $-1/12!$

Pour commencer, nous allons utiliser deux autres séries infinies pour arriver au résultat attendu. La première, S , est une série dite divergente selon la théorie des suites et séries énoncée précédemment. Cependant, selon un mathématicien nommé Cesàro, il est possible d'attribuer une valeur à cette série :

$$S = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots = \frac{1}{2}$$

Une explication à ce résultat appelé convergence selon Cesàro est simplement basée sur une moyenne arithmétique. Si nous arrêtons la série à un nombre pair de termes, nous obtenons 0, et si cet arrêt est à un nombre impair, nous obtenons 1. Bref, la valeur $1/2$ provient de la moyenne de ces deux résultats. En fait, l'utilisation de la moyenne est un peu plus compliquée que cela, mais nous ne voulons pas vous ennuyer avec des calculs trop compliqués. La seconde série, T , est la suivante :

$$T = \sum_{n=1}^{\infty} n(-1)^{n-1} = 1 - 2 + 3 - 4 + 5 - 6 + \dots$$

À partir de ces deux séries, il est possible de commencer la magie. Pour entamer la preuve (figure 2), il suffit de calculer $T + T = 2T$. En décalant d'un terme la deuxième série T , il est possible d'aligner les chiffres de sorte à obtenir la série que nous avons définie précédemment comme étant S . Ainsi, nous arrivons au fait que $2T$ est égal à S . À partir de ce point, à l'étape B, on peut dire que $2T$ équivaut à $1/2$. En divisant par 2 de chaque côté, T est alors isolé et ainsi le résultat de cette série est $1/4$. Puis, à l'étape C, on décide de reprendre notre série recherchée, N , et d'en soustraire la série T . La série obtenue est alors la somme des multiples positifs de 4. On peut donc mettre en évidence le facteur 4 pour retrouver notre série N . On peut ainsi conclure à l'étape C que la soustraction de T à N est égale à quatre fois la série N . Alors, à l'étape D, il suffit simplement d'isoler N d'un côté du signe d'égalité. Ainsi, en regroupant tous les N d'un côté, le T de l'autre, et en divisant par 3 de chaque côté, on obtient le résultat tant attendu, soit que N est égal à $-1/12$.

$$\begin{aligned} 2T &= \left. \begin{array}{l} 1 - 2 + 3 - 4 + 5 - 6 + \dots \\ + 1 - 2 + 3 - 4 + 5 - 6 + \dots \\ \hline = 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots = S = \frac{1}{2} \end{array} \right\} A \\ \Rightarrow 2T &= \frac{1}{2} \quad \left. \right\} B \\ \Rightarrow T &= \frac{1}{4} \quad \left. \right\} C \\ N - T &= \left. \begin{array}{l} 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + \dots \\ - (1 - 2 + 3 - 4 + 5 - 6 + \dots) \\ \hline = 0 + 4 + 0 + 8 + 0 + 12 + \dots \\ = 4(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + \dots) \\ = 4N \end{array} \right\} C \\ \Rightarrow 3N &= -T \quad \left. \right\} D \\ \Rightarrow 3N &= -\frac{1}{4} \\ \Rightarrow N &= -\frac{1}{12} \end{aligned}$$

FIGURE 2 Une des preuves possibles du mystère.
Source : Schéma créée par les auteurs.

Bien qu'on arrive réellement à $-1/12$ avec cette preuve, ce résultat est extrêmement controversé chez les scientifiques. Alors que plusieurs d'entre eux cherchent à quantifier cette série divergente vers l'infini avec ce $-1/12$, le fait qu'il faut tricher mathématiquement pour en arriver à ce résultat ne permet pas de conclure que la somme des entiers tend vers cette fraction négative. Par exemple, décaler une série infinie d'un terme pour l'additionner avec une autre est généralement considéré comme une tricherie.

Alors que plusieurs d'entre eux cherchent à quantifier cette série divergente vers l'infini avec ce $-1/12$, le fait qu'il faut tricher mathématiquement pour en arriver à ce résultat ne permet pas de conclure que la somme des entiers tend vers cette fraction négative.

Malgré que les méthodes conventionnelles de calcul mathématique montrent que la série diverge effectivement vers l'infini, il existe toutefois d'autres méthodes étranges « prouvant » que ce $-1/12$ est adéquat, et ce peu importe quel tour de passe-passe est utilisé. C'est justement à cause de cette drôle de coïncidence que plusieurs sphères de la physique utilisent ce résultat, entre autres les théories des cordes, qui sont des théories alternatives au Bigbang, et l'électrodynamique quantique.

D'ailleurs, cette sommation plutôt inusitée n'est pas la seule de son genre. Effectivement, certains physiciens soutiennent qu'en additionnant le cube de chaque nombre allant de 1 à l'infini, on obtient $1/120$. Pourquoi pas?

Bref, si on prend la somme des nombres allant de 1 à l'infini au pied de la lettre, sans se fier à l'opinion des mathématiciens qui s'opposent à ce résultat, et sans se soucier du fait qu'aussitôt qu'on met fin à la série, le résultat ne tient plus, on pourrait l'appliquer à certaines situations et obtenir des conclusions plutôt inusitées. En fait, on pourrait pratiquement affirmer que si vous êtes immortel et que vous déposez dans votre compte de banque 1\$, puis 2\$, ensuite 3\$, et ainsi de suite, chaque jour pour l'éternité, vous aurez une dette d'environ 8¢.

RÉFÉRENCES :
- DESAULNIERS, Guy. *Notes du Cours MTH1101 – Calcul 1, Partie 1 : Suites, Séries et Nombres Complexes*, Automne 2012 [en ligne]. Les suites infinies, Les séries. (Consulté le 10 avril 2014). http://www.gerad.ca/~guyd/MTH1101/mth1101_1.pdf.
- SKYLINE, Buzz. *Physics Central, Does 1+2+3+4+... = -1/12?* [en ligne], (Consulté le 30 mars 2014). <http://physicsbuzz.physicscentral.com/2014/01/does-1234-112.html>.

Superman, Superwoman, SuperVOLCAN!!!

Par Janie Beaudoin, Lara Bourgon et Daphné Fortin

Superman et Superwoman sont tous deux des sauveurs fictifs pour l'humanité. Supervolcan, lui, a les capacités de la détruire et il est bien réel! En effet, plusieurs faits géologiques nous prouvent qu'il y a bien un supervolcan dans les sous-sols du parc de Yellowstone.

Les supervolcans sont cachés sous la surface de la Terre. Ils sont l'un des phénomènes naturels les plus destructeurs menaçant les écosystèmes. Si un supervolcan venait à entrer en éruption, les dégâts causés par celui-ci ne pourraient se comparer à aucune éruption connue de l'histoire humaine. Tout d'abord, les supervolcans se développent lorsque du magma remonte du manteau de la Terre, créant alors un réservoir bouillant dans la croûte terrestre. Pour des raisons encore inconnues, il se crée, à la base du manteau supérieur, une concentration locale de chaleur qui apporte une fusion partielle du matériau souterrain, créant un point chaud. Le matériau souterrain est constitué en grande partie de roches en fusion. Cette fusion forme, sous le volcan actif, un vaste réservoir appelé chambre magmatique qui comprend du magma, de la vapeur d'eau, du dioxyde de carbone et d'autres gaz dissous sous haute pression. C'est ainsi que le supervolcan de Yellowstone s'est créé. Lors de sa dernière grande éruption, survenue il y a 640 000 ans, sa chambre magmatique s'est vidée, entraînant l'effondrement de son toit. Toute la région du volcan a alors disparu en profondeur, laissant un cratère volcanique, nommé aussi caldéra, d'une dimension de 45 km de largeur pour 85 km de longueur.

Voyons les quatre principaux signes, soit les geysers, les mares de boues bouillantes, les fumeroles et le soulèvement du sol, qui nous indiquent que le supervolcan de Yellowstone, situé au nord-ouest du Wyoming, à 3 490 km du Cégep de Valleyfield, existe.

Les geysers sont des sources d'eau chaude qui entrent en éruption lorsque l'eau de la nappe phréatique atteint la température d'ébullition aux pressions souterraines exercées. De ce fait, une colonne d'eau sus-jacente est expulsée par l'eau bouillante. Pour que l'eau ait la capacité d'atteindre une chaleur aussi grande, une source de chaleur importante doit

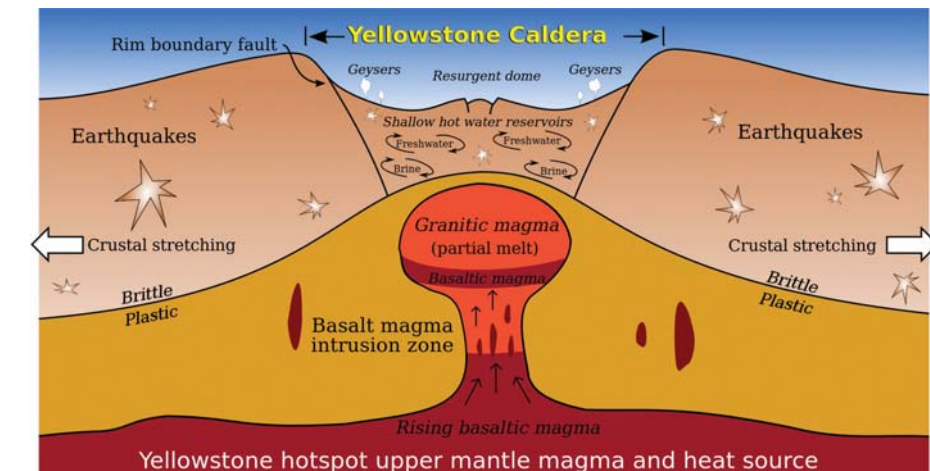


FIGURE 1 Cette image représente bien les activités géologiques du site de Yellowstone.

Source : nps.gov, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yellowstone_Caldera.svg, consulté le 14 avril 2014.

être présente en dessous. Un volcan peut être la cause de cette chaleur étant donné qu'il libère des gaz et des vapeurs volcaniques. Au site de Yellowstone, une grande quantité de geysers sont présents, soit environ une centaine, et ceux-ci sont toujours actifs. Nous pouvons alors en déduire qu'une très grande chaleur, comme celle provenant du magma en fusion d'un volcan, fait entrer en éruption tous ces geysers. De plus, ce site comprend le plus grand nombre de geysers regroupés en un seul endroit, ce qui est un grand signe de la présence du supervolcan.

Au total, le sol s'est élevé de plus de 25 centimètres depuis 2004.

Les mares de boues sont un autre indice de la présence d'un supervolcan dans les sous-sols de Yellowstone, puisqu'elles prennent forme grâce à la grande chaleur souterraine issue du volcan, ce qui chauffe l'eau. Cette eau bouillante viendra dissoudre les roches dans les alentours, ce qui la rendra très acide. Des fines particules d'argile formées par cette dissolution se mélangent à l'eau pour créer une boue plus ou moins visqueuse.

Ensuite, lorsqu'on marche sur un terrain volcanique, il est possible d'y voir des fissures d'où sortent des vapeurs. Ce phénomène s'appelle les fumeroles. On retrouve généralement celles-ci sur des volcans actifs puisque leur température se situe entre 100 et 1000 °C, ce qui requiert la présence d'une très grande source de chaleur. Sur le site de Yellowstone, on retrouve deux types de fumeroles : les fumeroles sèches qui ont une température plus haute et qui contiennent davantage de fluor, de chlore, de SO₂ et de H₂ et les fumeroles acides qui ont une température plus basse et qui sont riches en HCl, en H₂, en H₂S, en CO₂ et en SO₂. Elles sont des indices précieux pour prévoir de potentielles éruptions volcaniques, ce qui nous permet de dire qu'il y a certainement un volcan dans le sous-sol de Yellowstone.



FIGURE 2 Voici le «Old Faithful», un geyser connu du site de Yellowstone.

Source : Hans Jørn Storgaard Andersen, <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ynp-oldfaithful.jpg>, consulté le 14 avril 2014.

De plus, depuis 2004, les scientifiques ont remarqué que le terrain se soulevait, d'environ 7 centimètres par an. Puis, l'ascension a ralenti jusqu'à moins d'un centimètre à partir de 2007. Au total, le sol s'est élevé de plus de 25 centimètres depuis 2004. Ce bombement du sol est un phénomène cyclique, lors duquel la quantité de magma augmente dans la chambre magmatique de Yellowstone. Cela provoque alors un gonflement du réservoir magmatique et fait monter la surface du sol. Selon les don-



FIGURE 3 Une mare de boue de Yellowstone.
Source : David Monniaux, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yellowstone_mud_pot_p1090998.jpg, consulté le 14 avril 2014.

nées géologiques recueillies sur Yellowstone, il y aurait un cycle de soulèvement du sol depuis les 15 000 dernières années.

Pour continuer, si Yellowstone venait à entrer en éruption, plusieurs conséquences catastrophiques seraient inévitables. En effet, le souffle de l'explosion libèrerait dans la haute atmosphère des milliards de tonnes de cendres volcaniques. De ce fait, celles-ci devraient atteindre la stratosphère, qui est stable, ce qui obligerait tous ces résidus à rester à ce niveau et bloquerait la lumière du soleil. C'est ce qu'on appelle un hiver nucléaire. Plusieurs conséquences y sont attachées, mais la plus importante d'entre elles est la modification du climat de la Terre. En effet, la présence de dioxyde de soufre dans les cendres, mélangé avec la vapeur d'eau de l'atmosphère, se transforme en acide sulfurique liquide. Cet acide forme ensuite un aérosol qui a la capacité d'absorber et de réfléchir les rayons du Soleil. Donc, les rayons ne seront plus dirigés vers la Terre afin de la réchauffer, mais redirigés vers l'espace. Alors, la Terre pourrait connaître un refroidissement qui entraînera des répercussions sur les activités humaines, par exemple

la production agricole. Toutefois, de nos jours, les scientifiques n'ont pas la capacité de déterminer précisément les répercussions et la durée précise des impacts globaux de l'éruption de Yellowstone.

Pour conclure, la fréquence des éruptions de Yellowstone est d'une par 600 000 ans et la dernière éruption date de 640 000 ans, comme dit précédemment. Cela veut donc dire que nous avons déjà dépassé de 40 000 ans la date fatidique. Alors, il faudra avertir Superman et Supergirl de rester aux aguets étant donné que Supervolcan pourrait exploser n'importe quand!

RÉFÉRENCES :

- USGS. *Volcano Hazards Program, Yellowstone volcano observatory* [en ligne], (Consulté le 9 mars 2014). <http://volcanoes.usgs.gov/observatories/yvvo/>.
- RITTMANN, Alfred et TAZIEFF, Haroun (1963), *Les volcans et leur activité*, Paris, Masson et Cie, 458 p.
- DETAY, Michel, *Hydrovolcanologie appliquée à la phase hydrothermale : fumeroles, solfatares, geysers, lacs acides, mofettes, sources chaudes...* [en ligne], (Consulté le 19 mars 2014). <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/hydrovolcanologie.xml>.

LA TÊTE DANS LES ÉTOILES

Par Étienne Asselin, Elizabeth Lafontaine et Julie Lauzon

Par une belle nuit d'hiver, vous vous rendez à la campagne pour observer les étoiles. Les yeux rivés vers le ciel, une étoile attire particulièrement votre attention. Quelle est cette étoile qui scintille tant? De quoi est-elle composée? Quelle est sa température?

Par leur éclat et leur mouvement apparent, les étoiles ont longtemps intrigué l'homme. À première vue, elles semblent toutes identiques, à l'exception de celles qui sont plus étincelantes. Ce qui fait la différence, ce sont les proportions des gaz qui les constituent. Afin d'identifier les éléments qui composent l'atmosphère d'une étoile quelconque, la spectrophotométrie est très utile. Cette technique consiste à décomposer la lumière en différentes longueurs d'onde, comme le fait le prisme sur la pochette du légendaire album de *Pink Floyd*, [The Dark Side of the Moon](#), ou comme le fait la goutte de pluie

dans l'arc-en-ciel. Cette méthode nous permet d'analyser les astres lumineux. Qu'en est-il de l'étoile la plus brillante, qui, contrairement à la croyance populaire, n'est pas l'étoile Polaire, mais bien Sirius?

Située dans la constellation nommée *Canis Major* ou, plus communément, le Grand Chien, Sirius est effectivement l'étoile la plus brillante visible de notre hémisphère, sans compter le Soleil, bien entendu. Elle se trouve néanmoins à environ 8,9 années-lumière, ce qui totalise approximativement 84 000 milliards de mètres (84 millions de milliards, si vous préférez). Le Soleil pourrait entrer un peu plus de 60 millions de fois entre notre planète et Sirius! D'ailleurs, cette étoile est pratiquement 6 fois plus grosse que notre Soleil. Toutefois, qu'en est-il de ce qui nous intéresse vraiment, c'est-à-dire sa composition et sa température?

Les pics pointant vers le bas ainsi formés correspondent en fait aux longueurs d'onde qui sont atténuées à cause des gaz présents dans l'atmosphère de l'étoile.

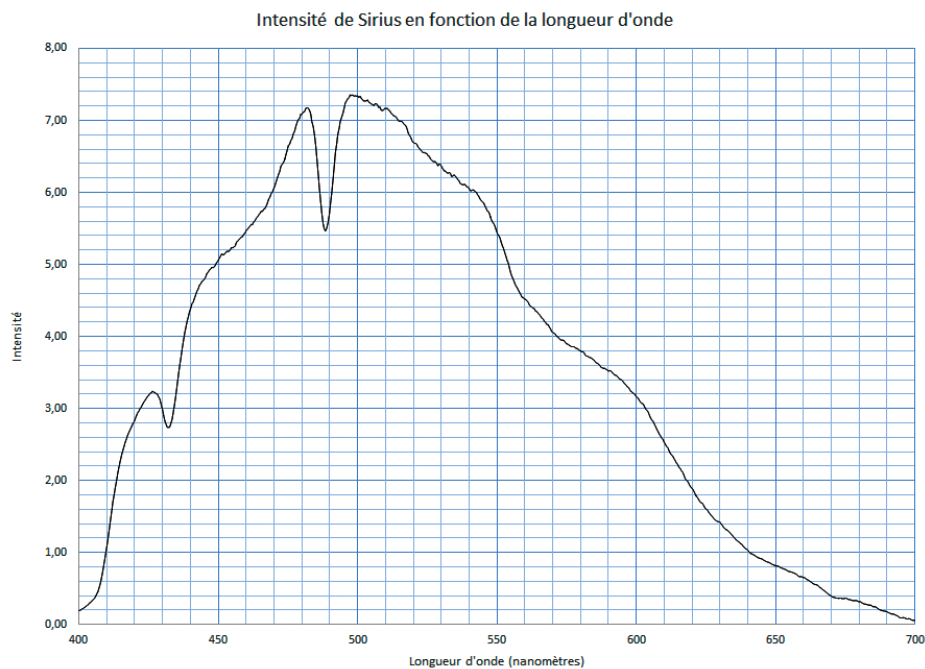


FIGURE 1 La courbe du spectre de Sirius montre clairement deux pics correspondant aux longueurs d'onde absorbées par l'hydrogène présent dans l'atmosphère de l'étoile.
Source : Graphique construit par les auteurs à partir de la photo de la figure 2.

Nous avons nous-mêmes effectué les démarches pour trouver expérimentalement la composition de Sirius. Comme mentionné précédemment, nous avons eu recours à la spectrophotométrie. Nous avons en fait pris une photo de l'étoile étudiée à l'aide d'un réseau de fentes, soit un petit carré constitué de milliers de minuscules fentes, et d'un télescope. C'est grâce aux minuscules fentes du réseau que la lumière est décomposée en différentes longueurs d'onde, chacune correspondant à une couleur. L'image captée a pu être traitée à l'aide d'un logiciel, afin d'obtenir le spectre de Sirius. Le graphique du spectre (figure 1) nous montre en fait l'intensité lumineuse dégagée par l'étoile pour chaque longueur d'onde captée. Vous pouvez vous-même constater qu'il y a deux endroits apparents où l'intensité est plus faible. Les pics pointant vers le bas ainsi formés correspondent en fait aux longueurs d'onde qui sont atténuées à cause des gaz présents dans l'atmosphère de l'étoile. En effet, cette atmosphère, en fonction des gaz qui la composent, absorbe certaines longueurs d'onde de la lumière émise, empêchant ainsi celles-ci de se rendre jusqu'à nous.

Ce sont ces pics qui nous informent des gaz présents dans l'atmosphère de l'étoile. En effet, l'absorption de longueurs d'onde précises agit à titre « d'empreinte digitale » d'un gaz. Puisque nous pouvons déterminer les valeurs des deux longueurs d'onde absorbées

par l'atmosphère de l'étoile, il est possible de déterminer le gaz responsable de cette absorption. Nous avons ainsi déterminé que les deux pics correspondaient aux valeurs du spectre d'absorption de l'hydrogène. Or, les étoiles sont regroupées selon certains types spectraux et Sirius fait partie du type A, c'est-à-dire les étoiles qui montrent une forte présence d'hydrogène et de plus faibles présences d'autres éléments.

Étonnamment, à l'aide d'un spectre de ce genre, il est également possible d'évaluer la température d'une étoile. En fait, la longueur d'onde la plus intense, qui correspond au sommet du spectre de l'étoile, peut être utilisée dans une équation afin de trouver la température de cette même étoile. Dans notre cas, la température de Sirius est d'un peu plus de 9700 °C. Par chance, nous n'habitons pas trop près de Sirius, sinon nous serions cuits! C'est d'ailleurs en raison de sa très forte température que Sirius est bleue (figure 2a), contrairement à la rouge Bételgeuse (figure 2b), une étoile située dans la constellation d'Orion. Bételgeuse est rouge parce qu'elle est beaucoup plus froide que Sirius, avec une température approximative de 3 000 °C. Ce dernier principe repose sur la même observation que vous pouvez faire avec du feu. Prenez la flamme d'un chalumeau à titre d'exemple : le centre, qui est bleu, est beaucoup plus chaud que les extrémités, qui sont rouges!

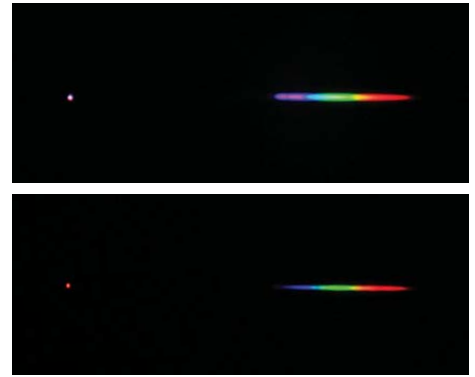


FIGURE 2a Sirius, le point bleuté situé à gauche, ainsi que son spectre, à droite, décomposé selon les différentes longueurs d'onde de la lumière blanche.
Source : Photo prise par les auteurs.

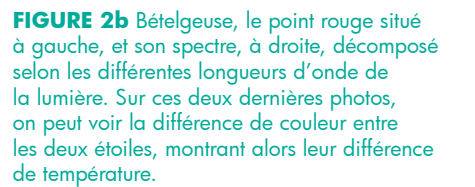


FIGURE 2b Bételgeuse, le point rouge situé à gauche, et son spectre, à droite, décomposé selon les différentes longueurs d'onde de la lumière.
Source : Photo prise par les auteurs.

En somme, Sirius, cette étoile qui brille si fortement dans notre ciel, visible d'ici surtout l'hiver, est fortement composée d'hydrogène et elle atteint une température pratiquement deux fois plus grande que celle de la surface du Soleil. Désormais, lorsque vous serez à l'extérieur durant une belle nuit d'hiver, vous pourrez regarder au Sud, pointer Sirius et impressionner amis et famille avec vos toutes nouvelles connaissances. Qui a dit que, tout comme ses consœurs Bellatrix et Régulus, Sirius n'était qu'un simple personnage de la populaire série de films *Harry Potter*?

RÉFÉRENCES :

- LES ÉTOILES : *Naissance, observation, évolution*, Éditions ATLAS, Italie, 1984, 247 p.
- PASACHOFF, Jay M., *Stars and planets*, PETERSON FIELD GUIDES, États-Unis, 2000, 578 p.

ACIDE LACTIQUE: QUE JUSTICE SOIT FAITE!

Par Anne-Marie Bourassa, Marc-Antoine Dubois et Caroline Paquette

Accusé de bien des torts dans le monde du sport, l'acide lactique a mauvaise presse chez les athlètes alors qu'il est pourtant un allié important de la performance sportive.

Les courbatures, les crampes musculaires et la sensation de brûlure lors d'un effort intense sont des conséquences que l'on associe à l'acide lactique, une substance grandement méconnue. Essayons de faire un procès plus équitable à cette substance.

Au banc de l'accusé, nous retrouvons l'ACIDE LACTIQUE.

Pour fonctionner, les muscles utilisent généralement des glucides stockés dans les fibres musculaires et dans le foie sous forme de glycogène, soit un assemblage de molécules de glucose (sucre). En dégradant le glucose, les muscles arrivent à synthétiser l'ATP, la molécule énergétique qui leur fournit l'énergie nécessaire pour produire un mouvement. La production d'ATP nécessite normalement un apport constant d'oxygène provenant de la respiration. Par contre, lorsqu'un muscle doit fournir un effort d'intensité élevée et d'une durée inférieure à 100 secondes, l'apport en oxygène n'est plus suffisant pour permettre la production d'ATP nécessaire au travail physique effectué. La respiration cellulaire, soit la voie de production de l'ATP qui utilise l'oxygène, est alors bloquée. Durant un effort, la production de l'acide lactique devient donc une bonne stratégie pour pallier le manque d'oxygène dans les muscles et pour fournir une solution de rechange à la production



FIGURE 1 Yannick Lefebvre, finissant en Sciences de la nature, nageur dont les muscles produisent de l'acide lactique afin de lui permettre de terminer sa course.

d'ATP, qui est alors en grande demande. Plus simplement, l'acide lactique peut être considéré comme le substitut de l'oxygène dans la dégradation du glucose. La production d'acide lactique entraîne donc une synthèse d'ATP moins efficace, mais plus rapide que les voies traditionnelles utilisant l'oxygène. Ceci est très utile dans une situation d'efforts intenses où le muscle doit être stimulé constamment et rapidement par l'ATP.

Maintenant que nous possédons la véritable description de l'accusé, examinons ses différents chefs d'accusation.

- 1^{er} CHEF D'ACCUSATION : responsable des courbatures.

À ce jour, six mécanismes différents ont été avancés pour tenter d'expliquer l'apparition des courbatures, dont celui de l'accumulation d'acide lactique. Alors que la communauté scientifique n'est pas en mesure d'établir un réel consensus, l'hypothèse de l'accumulation de l'acide lactique a déjà été rejetée, car les activités physiques causant les courbatures (activités physiques sur une longue période de temps) ne s'accompagnent pas de la production de cet acide. En plus, les courbatures surviennent dans les 24 à 48 heures suivant la pratique d'un sport, alors que l'acide lactique est éliminé des muscles dans les quelques secondes suivant l'effort. En fait, l'acide lactique n'est pas chassé du corps, il est simplement acheminé par le sang des muscles jusqu'au foie afin d'y être reconverti en sucre que le corps pourra ensuite réutiliser. Les soupçons sont plutôt tournés vers les micro-déchirures créées dans les muscles durant un effort intense. Ces dernières entraîneraient une inflammation du tissu musculaire qui causerait la douleur caractéristique des courbatures. *Après délibération, le verdict du jury pour ce chef d'accusation est : non coupable.*

- 2^e CHEF D'ACCUSATION : responsable des crampes musculaires.

Encore une fois, les crampes surviennent plus fréquemment lors des activités physiques de longue durée où la production d'acide lactique est faible. Les principaux suspects sont le calcium et le potassium. En effet, ces derniers permettent aux muscles de se contracter

grâce à des influx nerveux transmis par le cerveau. Or, lors d'un effort intense, les quantités de calcium et de potassium diminuent dans les muscles. À cause de ce déséquilibre en sels minéraux, il y a une hyperexcitabilité des neurones, ce qui fait en sorte que les muscles ne sont plus en mesure de bien contrôler les influx nerveux. Cet état provoque des crampes, soit des contractions involontaires des muscles. *Le jury maintient son verdict de non-culpabilité.*

Qu'il soit produit par nos muscles ou consommé dans notre alimentation, l'acide lactique est bénéfique pour l'organisme.

- 3^e CHEF D'ACCUSATION : responsable de la douleur musculaire lors de l'effort.

Lors d'un effort intense, le taux d'acide lactique augmente dans le muscle, ce qui fait aussi diminuer le pH des cellules musculaires, les rendant ainsi plus acides. Or, les voies métaboliques qui permettent la dégradation du glucose en énergie ne fonctionnent pas bien dans cet environnement acide, d'où la sensation de brûlure. Par contre, cette sensation de douleur est un mécanisme de défense naturel de l'organisme. Cette dernière empêche l'avènement de dommages permanents au cours d'efforts extrêmes en ralentissant les systèmes-clés nécessaires pour maintenir la contraction musculaire. Une fois le corps freiné par la douleur, la quantité d'oxygène redevient suffisante et le sucre est de nouveau utilisé par voie aérobie pour produire l'ATP, ce qui dégage le CO₂ que nous expirons. *L'acide lactique est tenu coupable de ce chef d'accusation, mais le jury soutient qu'il avait de bonnes raisons d'agir ainsi.*

À la suite de ce jugement de culpabilité, la défense de l'accusé tient à vanter les autres bienfaits de l'acide lactique pour faire pencher le jugement final en sa faveur.

Le processus menant à la création intramusculaire d'acide lactique et de son dérivé, le lactate, est le même que celui utilisé pour produire les produits laitiers fermentés et les vins. Le lactate que nous consommons dans



FIGURE 2 Marc-Antoine Dubois, finissant en Sciences de la nature, kayakiste pour qui l'acide lactique est un allié important lors de ses compétitions.

notre alimentation permet d'acidifier l'intestin, ce qui facilite l'absorption du calcium, du fer et du phosphore par l'organisme. En plus, le lactate permet une meilleure digestion des protéines du lait, stimule la synthèse des sucs gastriques responsables de la digestion des aliments et favorise un transit intestinal plus efficace. Malgré le fait que le pH sanguin soit maintenu au taux le plus constant possible à l'intérieur du corps, la faible diminution de ce dernier par l'acide lactique permet de lutter contre les bactéries présentes dans l'organisme qui sont sensibles à l'acidité. Finalement, l'effet antiseptique du lactate protège la peau, les muqueuses du vagin et de l'intestin contre les envahisseurs et ce, en plus de traiter efficacement la vaginite. *Le verdict final du juge : qu'il soit produit par nos muscles ou consommé dans notre alimentation, l'acide lactique est bénéfique pour l'organisme.*

Il est donc jugé non coupable.

Pour conclure, l'acide lactique est nécessaire à l'humain. Sa production permet de répondre de façon efficace et rapide aux besoins musculaires lors d'efforts intenses. Il représente donc une solution permettant à l'humain d'être efficace dans diverses situations où l'apport en oxygène est insuffisant et ce, en plus de faciliter notre digestion et de nous protéger contre certains pathogènes.

RÉFÉRENCES :

- AGROSCOPE CONFÉDÉRATION SUISSE. *Lactose et acide lactique*. [en ligne], (Consulté le 6 mars 2014) <http://www.agroscope.admin.ch/ernaehrung/01082/01101/index.html?lang=fr>.
- DÉMYSTIFICATION SCIENTIFIQUE, *L'acide lactique cause la douleur musculaire lors des crampes et des courbatures*. [en ligne], (Consulté le 6 mars 2014) http://labmecas.uqam.ca/demythifications/presentDemyth3.php?id_demyth=71.
- UNIVERSITÉ AIX-MARSEILLE, DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE, *Métabolisme des sucres*. [en ligne], (Consulté le 6 mars 2014) http://biologie.univ-mrs.fr/upload/p222/02_Glycolysel2.pdf.

THE WALKING DEAD

Par Tristan Brunette-Clément, Anik Henderson et Stéphanie Marcotte

Les zombies, créatures mythiques à la fois mortes et vivantes à l'origine de nombreuses apocalypses, font depuis longtemps partie de notre culture. Toutefois, ce phénomène terrifiant cesse d'appartenir à la légende et devient bien réel. Le sort d'une fourmi de la forêt thaïlandaise, le patient zéro, nous montre comment un champignon parvient à « zombifier » sa petite victime.

Une étude détaillée du patient zéro révèle d'inquiétants détails sur l'origine de cette épidémie de morts-vivants.

Ce dernier, représentant une fourmi de l'espèce *Camponotus leonardi*, a traversé une zone contagieuse de la forêt tropicale thaïlandaise. Là, les spores d'un champignon nommé cordyceps l'ont identifié grâce à des facteurs de reconnaissance spécifiques avant d'adhérer à son exosquelette. La victime est alors infectée.

Les spores du cordyceps forment un système de pénétration qui parvient à percer la carapace de la victime en utilisant une combinaison d'enzymes et de pression produite par une accumulation d'eau dans les cellules du champignon.

Une fois ce travail accompli, le pathogène envahit facilement l'espace séparant les cellules de l'insecte en employant diverses stratégies, encore méconnues, pour contourner le système immunitaire de la fourmi. La victime ne peut donc plus se défendre.

Cet espace étant colonisé, le cordyceps entoure ensuite le cerveau et les fibres musculaires de l'insecte. Il produit alors des neurotoxines pouvant manipuler le comportement de son hôte. En effet, celles-ci déclenchent une série d'interactions moléculaires hôte-pathogène très complexes appelées *interfé-*

rence par ARN. Celle-ci consiste en l'activation ou l'inhibition de segments précis de l'ADN qui, à leur tour, activent ou inhibent certaines protéines clés de l'insecte. Ainsi, la victime, bien qu'ayant l'apparence d'une fourmi, agit en suivant le code génétique, ainsi que la volonté du cordyceps.

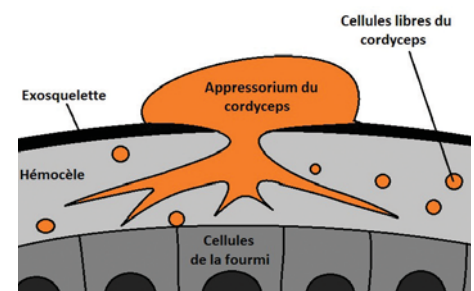


FIGURE 1 Le cordyceps envahit l'hémocèle de la fourmi en y libérant des cellules parasites. Source : Schéma fait par les auteurs.

Cette soumission à la volonté de l'hôte se manifeste par une démarche erratique et plusieurs convulsions. Celles-ci empêchent le patient zéro de remonter vers le sommet de l'arbre où se trouve sa colonie. Il tente maladroitement de grimper sur une feuille seulement pour chuter et atterrir violemment sur le sol et ce, à répétition. Ce n'est que lorsque le Soleil atteint son zénith que cette torture se termine. La fourmi infectée est forcée par son envahisseur à grimper pour une dernière fois et à plonger ses mandibules dans la nervure centrale d'une feuille. Celle-ci est orientée vers le nord pour éviter les rayonnements du Soleil. La victime plonge dans l'obscurité. Cette destination ultime est située à environ 25 cm du sol, là où l'humidité est idéale à la croissance et à la reproduction du champignon parasite.

Cette soumission à la volonté de l'hôte se manifeste par une démarche erratique et plusieurs convulsions.

Afin d'assurer la solidité de l'emprise de la fourmi sur la feuille, les muscles des mandibules sont rapidement atrophiés par le cordyceps. Celui-ci les a privés des mitochondries fournissant l'énergie essentielle à leur fonctionnement, verrouillant ainsi la mâchoire pour de bon. De plus, en moins de 24 heures, des petits filaments épars, appelés hyphes, jailliront des parties plus minces des orifices corporels et des articulations afin d'ancrer solidement la fourmi à son support éternel. La victime est alors prête à produire les spores pathogènes.

C'est ainsi prisonnier que le patient zéro rend son dernier souffle. Le développement interne du champignon se poursuit par la croissance d'un réseau d'hyphes, le mycélium. Celui-ci a maintenant colonisé et momifié le cadavre. Il se nourrit des tissus organiques morts de sa victime, mais il laisse intacts l'exosquelette, quelques surfaces internes et plusieurs tissus musculaires, renforçant même les parties plus faibles. Il se sert du cadavre comme enveloppe protectrice. Il le protège même contre les microbes en produisant des antibiotiques appelés *naphtoquinones*, ainsi que des agents anticancéreux.

Dès le deuxième jour suivant la mort du patient zéro, l'organe reproducteur du cordyceps, le stroma, jaillit du cou du cadavre. Sept jours après sa mort, le stroma entame la reproduction sexuelle. Il produit plusieurs sacs qui répandent alors à haute pression des cellules reproductrices sur une surface de 1 m² sous le cadavre. Celles-ci sont les mêmes que celles qui ont infecté le patient zéro.

C'est ainsi que d'autres fourmis, insouciantes, sont infectées à leur tour. Le mal s'est répandu comme la peste, décimant presque entièrement la colonie.

À la suite de l'observation de la victime, le pathogène est maintenant mieux connu. Il s'agit d'un Eumycète du domaine des Ascomycètes baptisé l'*Ophiocordyceps unilateralis*. Celui-ci doit parasiter un insecte, privilégiant presque exclusivement *Camponotus leonardi*, afin de pouvoir proliférer en tant qu'espèce. Il puise les nutriments essentiels à sa survie dans les tissus de son hôte grâce à ses hyphes et évite d'avoir à créer des mécanismes de déplacement. Il utilise les organes de son hôte à son avantage.



FIGURE 2 La fourmi plonge dans l'obscurité afin d'éviter les rayons du Soleil nocifs pour le cordyceps. Source : Silhouette of an *Ophiocordyceps ant-killing fungus*. Jatun Sacha reserve, Napo, Ecuador, Alex Wild, <http://www.alexanderwild.com/Ants/Natural-History/Ant-Enemies/i-trawCGv>, consulté le 1^{er} avril 2014. Merci à Alex Wild pour l'autorisation d'utiliser cette image.

Même si le pathogène s'attaque uniquement aux fourmis, il est possible d'imaginer qu'une infection semblable pourrait un jour se répandre chez l'homme. En fait, plusieurs champignons contagieux affligent déjà l'humanité. Le cordyceps pourrait simplement en être un de plus.

En effet, bien que la neurotoxine utilisée par l'*Ophiocordyceps unilateralis* soit inoffensive pour l'homme, l'hypothèse qu'elle serait capable d'infecter le cerveau humain à plus forte dose n'est pas exclue. De même,

une nouvelle espèce de cordyceps issue d'une mutation de l'ADN du champignon de départ pourrait apparaître et affecter le système nerveux humain avec une nouvelle neurotoxine.

Il ne faut pas oublier que ce mal pourrait être transmis de la fourmi à l'homme, comme ce fut le cas pour plusieurs autres maladies. Il suffit de penser au SIDA, qui s'est propagé du singe à l'homme, ou à la grippe porcine pour saisir le caractère préoccupant de ce phénomène.



FIGURE 3 Le stroma du cordyceps jaillit de la nuque de la fourmi.

Source : *Ophiocordyceps unilateralis*, Alex Wild, <http://www.alexanderwild.com/Insects/Stories/InsectKilling-Fungi/i-ikZZNFS>, consulté le 1^{er} avril 2014. Merci à Alex Wild pour l'autorisation d'utiliser cette image.

Une fois intégré à la population humaine, le cordyceps pourrait se répandre extrêmement rapidement, tout comme la peste ou encore la grippe espagnole. En effet, cette dernière a touché près d'un milliard de personnes et fait environ 50 millions de morts entre 1918 et 1920. Considérant que les moyens de transport se sont grandement améliorés, la propagation pourrait être encore plus rapide.

Les morts pourraient donc un jour marcher parmi les vivants.

RÉFÉRENCES :

- EVANS, H.C., ELLIOT, S.L. et Hughes, D.P. « *Ophiocordyceps unilateralis* : A keystone species for unraveling ecosystem functioning and biodiversity of fungi in tropical forests? », *Communicative and Integrative Biology*, Volume 4, n° 5, septembre/octobre 2011, p.598-602. [en ligne] (Consulté le 2 mars 2013) <http://www.landesbioscience.com/journals/cib/EvansCIB4-5.pdf>.
- ANDERSON, S.B., GERRITSMAN, S., YUSAH, K.M., MAYNTZ, D., HYWELL-JONES, N.L., BILLEN, J., BOOMSMA, J.J. et HUGHES, D.P. « The Life of a Dead Ant : The Expression of an Adaptive Extended Phenotype », *The American Naturalist*, Volume 174, n°3, septembre 2009, n.d. [en ligne] (Consulté le 1^{er} mars 2013) <http://www.jstor.org/stable/10.1086/603640>.
- BRUSSON, Laura. « *Ophiocordyceps unilateralis* : Zombie Ant Fungus », *Encyclopedia of Life*, n.d., 2012 (non révisé), [en ligne] (Consulté le 4 mars 2013) <http://eol.org/pages/6471318/details>.

QUE SERIEZ-VOUS PRÊT À PERDRE POUR GAGNER?

Par Gabriel Charland, Daphné Fortin et Antoine Garneau

Nous avons tous déjà voulu gagner à un jeu de hasard comme la loterie ou les machines du casino, n'est-ce pas? Que seriez-vous vraiment prêt à perdre pour gagner?

Le problème de la ruine du joueur consiste à calculer la probabilité qu'un joueur soit ruiné au cours d'une suite de parties d'un jeu de hasard. Dans l'expression « un jeu de hasard », il y a le mot « hasard », ce qui signifie que personne ne peut décider de l'issue de la situation. Autrement dit, il n'y a aucun moyen de contrôler le résultat d'une partie. Un exemple parfait de jeu de hasard est le lancer d'une pièce de monnaie ou encore le lancer d'un dé. La première mention de ce problème remonte à 1654 lors d'un échange écrit entre deux célèbres mathématiciens : Blaise Pascal et Pierre Fermat.

Dans le problème de la ruine du joueur, deux adversaires (A et B) s'affrontent à un jeu de hasard impliquant des sommes d'argent. Les joueurs A et B possèdent des avoirs respectifs de i \$ et $(N-i)$ \$. Le montant total mis en jeu est donc de N \$. À chaque épreuve, les joueurs misent 1 \$. À chaque coup, le joueur A a une probabilité p de faire un gain de 1 \$ et a la probabilité complémentaire à p , soit $q = 1 - p$, de perdre 1 \$. Dans le cas du joueur B, sa chance de gagner 1 \$ est q et celle de perdre est p .

Le jeu se termine lorsque l'un des deux joueurs est complètement ruiné. Évidemment, il est peu probable, quoique théoriquement possible, que la partie ne se termine jamais et que les joueurs doivent jouer à l'infini.

Si on prend la situation où deux personnes misent sur une partie de *Pile ou face?*, il est possible de démontrer que la probabilité que le joueur A ruine le joueur B est de

$$P_i = \frac{i}{N}$$

Cette situation est particulière, puisque chaque joueur a la même probabilité de gagner une mise ($p = q = \frac{1}{2}$). Par exemple, si le joueur A possède 10 \$ et le joueur B 5 \$, la probabilité que le joueur B soit ruiné est de $\frac{2}{3}$ ($P_{10} = \frac{10}{10+5} = \frac{2}{3}$). Il a donc plus de chances

d'être ruiné que le joueur A. Dans cette situation, le plus fortuné est celui qui a le plus de chances de gagner. Nous avons effectué une série d'expériences avec le jeu *Pile ou face?* dans le but de valider notre résultat :

Sur 150 parties, le joueur ayant deux fois plus d'argent au départ l'a emporté 107 fois, donc 71,33 % du temps. Cette valeur se rapproche du 66,67 % théorique.

Si l'on prend une situation différente où la probabilité que le joueur A gagne une mise n'est pas la même que celle du joueur B, alors la probabilité que le joueur A ruine le joueur B n'est plus déterminée par la même équation. La nouvelle équation qui détermine la probabilité que B soit ruiné est la suivante :

$$P_i = \frac{1 - \left(\frac{q}{p}\right)^i}{1 - \left(\frac{q}{p}\right)^N}$$

Par exemple, si les deux joueurs jouent avec un dé à six faces; que A possède 10 \$ et B, 20 \$; qu'il est établi que le joueur A gagne une mise si le dé tombe sur les chiffres de 1 à 4 et que le joueur B gagne s'il tombe sur les

chiffres 5 ou 6, la somme avec laquelle un des joueurs va repartir est alors de 30 \$. Calculons la probabilité que le joueur A ruine B.

$$P_{10} = \frac{1 - \left(\frac{(1/3)}{(2/3)}\right)^{10}}{1 - \left(\frac{(1/3)}{(2/3)}\right)^{30}} = \frac{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{10}}{1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{30}} \approx 0,999$$

Le joueur A a 99,9 % des chances de gagner et de ruiner le joueur B, contrairement au joueur B, qui a seulement 1 chance sur mille de sortir vainqueur de ce duel. On peut remarquer que le joueur A est nettement avantagé

Évidemment, il est peu probable, quoique théoriquement possible, que la partie ne se termine jamais et que les joueurs doivent jouer à l'infini.

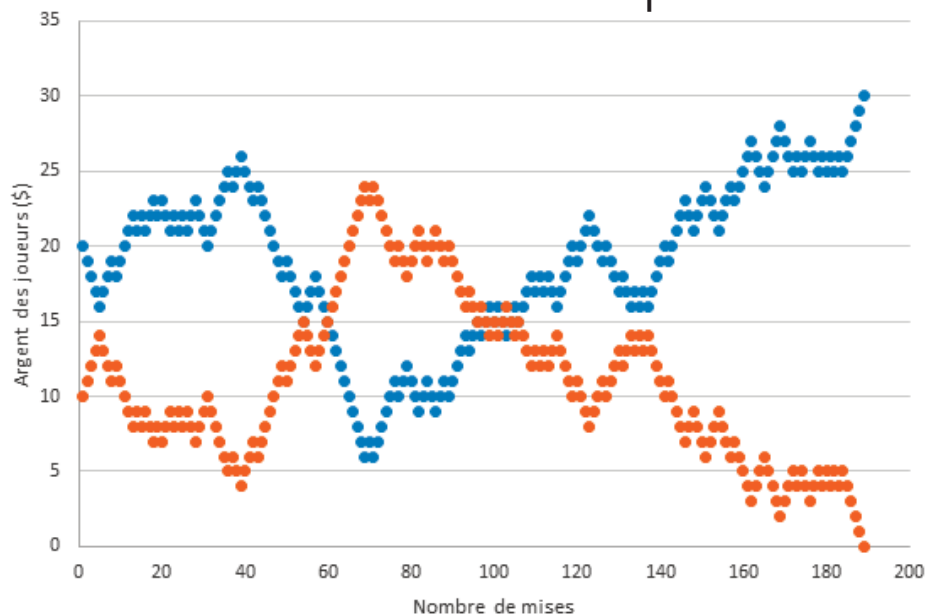


FIGURE 1 L'avoir des joueurs A et B en fonction du nombre de mises à *Pile ou face?*
Source : Graphique créé par les auteurs.

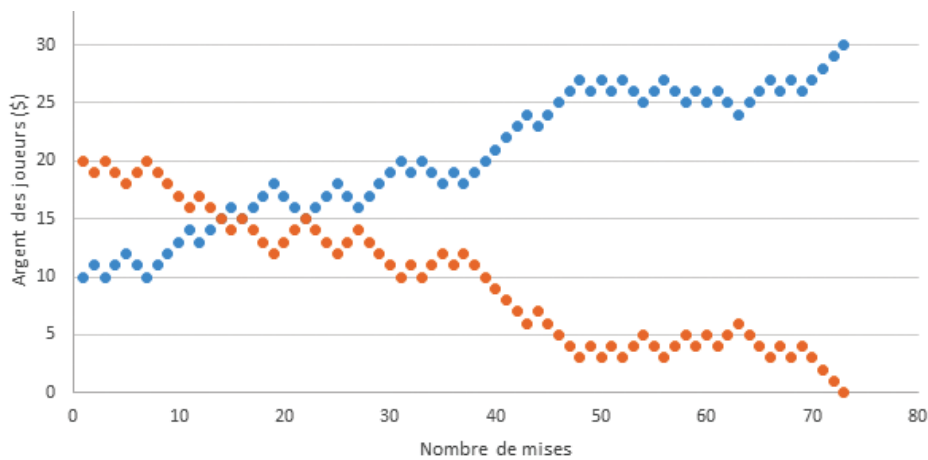


FIGURE 2 L'argent des joueurs en fonction du nombre de mises au jeu de dé.
Source : Graphique créé par les auteurs.

dans ce jeu de hasard, même s'il a moins d'argent au départ que le joueur B. Nous avons également procédé à une série de parties de ce jeu et voici nos résultats :

Après 150 parties, le joueur A, qui avait 2 chances sur 3 d'emporter une mise, a gagné 145 fois soit 96,67 % du temps. Cette valeur se rapproche encore une fois de la valeur théorique.

Pour conclure, on remarque que le montant d'argent que l'on a au départ influence moins les résultats que la probabilité de gagner une mise. Aussi, la ruine d'un joueur est inévitable. Si vous voulez jouer, il est donc plus avantageux de miser sur la probabilité! Mais n'oubliez pas: si vous avez des problèmes de jeu, il existe de l'aide.



FIGURE 3 Deux nobles jouant aux cartes.
Source : Theodoor Rombouts (1597-1637), http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Theodoor_Rombouts_-_Joueurs_de_cartes.jpg, consulté le 14 avril 2014.

RÉFÉRENCES :

- BOUZITA, J. *Le problème de la ruine des joueurs dans les épreuves répétées* [en ligne], (Consulté le 11 avril 2014). http://archive.numdam.org/ARCHIVE/MSH/MSH_1964_9_/MSH_1964_9_15_0/MSH_1964_9_15_0.pdf.
- A.W.F., Edwards. "Blaise Pascal" (version 3). *StatProb: The Encyclopedia sponsored by Statistics and Probability Societies* [en ligne], (Consulté le 11 avril 2014) <http://statprob.com/encyclopedia/blaisepascal.html>.

UN POISON CONTRE LE VIEILLISSEMENT: LE BOTOX DÉMYSTIFIÉ

Par Samuel Deschamps et Philippe Desjardins

Qui ne rêve pas aujourd'hui de vieillir tout en demeurant jeune d'apparence, comme ces acteurs d'Hollywood défilant sur les tapis rouges ou encore ces personnalités faisant la une des magazines? Ce rêve de jeunesse éternelle est vendu aujourd'hui par un produit à base de toxine botulique : le Botox.

Utilisée aujourd'hui à des fins médicales et esthétiques, la toxine botulique est en fait l'un des poisons les plus nocifs pour l'être humain, soit 40 millions de fois plus toxique que le cyanure. C'est en 1890 qu'une maladie encore inconnue émerge en Allemagne, associée entre autres à l'ingestion de saucisses. Justinus Kerner, médecin de l'époque, nommera cette maladie botulisme, terme dérivé du latin « *botulus* », signifiant « saucisse ». On réussit par la suite à identifier le *clostridium botulinum*, une bactérie émettant la toxine botulique causant la maladie. Cette bactérie a la forme

d'un bâtonnet, donc d'un bacille, libérant des spores qui ont la capacité de germer.

Ce n'est qu'à la fin des années 1980, après plusieurs décennies d'utilisation de la toxine en médecine, que l'on constate ses bienfaits en esthétique. Le Dr Jean Carruthers et son mari, Alastair Carruthers, respectivement ophtalmologiste et dermatologue dans la région de Vancouver, observèrent qu'une patiente traitée avec du Botox pour des clignements d'œil incontrôlables, un trouble nommé blépharospasme, n'avait aucune ride autour des yeux. Les Carruthers découvrirent donc les bienfaits de l'injection adéquate de la toxine botulique sur les effets du vieillissement de la peau et c'est à ce moment que le Botox fut utilisé pour la première fois à des fins esthétiques.

Il existe différents types de toxines botuliques et ce sont les types A, B, E et F qui

causent le botulisme chez l'humain. Bien qu'elles se comptent au nombre de sept, la structure de ces toxines varie très peu d'un type à l'autre, ayant toutes le même poids moléculaire et une chaîne amino-acidique semblable.



FIGURE 1 La *clostridium botulinum* est un bacille.
Source : http://en.wikipedia.org/wiki/File:Clostridium_botulinum_01.png.



La toxine botulique est en fait l'un des poisons les plus nocifs pour l'être humain, soit 40 millions de fois plus toxique que le cyanure.

FIGURE 2 La toxine botulique est une protéine produite par la bactérie *Clostridium botulinum*.
Source : http://en.wikipedia.org/wiki/File:C3_exoenzyme_2C8C.png.

Malgré cette faible variabilité, le classement sert en fait à différencier les fonctions de chacune des toxines. Ayant pour formule chimique $C_{6760}H_{10447}N_{17430210}S_{32}$, cette chaîne polypeptidique, c'est-à-dire une chaîne d'acides aminés formant une protéine, est composée de deux chaînes principalement observables : la chaîne lourde et la chaîne légère. Les deux sont reliées par un pont disulfure qui aide la pénétration de la protéine dans l'organisme.

La toxine botulique est donc une neurotoxine. Le botulisme, une maladie causée par la toxine, cause la paralysie de nos muscles en bloquant directement le transit entre les nerfs et les muscles. Alors, si la toxine vient à paralyser nos muscles aidant à la respiration ou encore cette pompe musculaire qui nous tient en vie, notre cœur, cela peut nous être fatal. Pour comprendre comment la toxine réussit à paralyser nos muscles, explorons ce qui survient lorsque nous contractons un muscle de façon volontaire ou involontaire.

De façon normale, la contraction d'un muscle strié survient à la suite de la transmission d'un influx nerveux jusqu'à la région de la synapse, l'espace entre la cellule nerveuse et la cellule musculaire. Lorsque l'influx nerveux parvient à la synapse, il y a libération d'acétylcholine, un neurotransmetteur qui représente l'intermédiaire entre la cellule nerveuse et musculaire en se fixant à celle-ci et déclenchant la contraction.

Cependant, en présence de la toxine botulique dans l'organisme, celle-ci se fixe aux terminaisons nerveuses et bloque la production d'acétylcholine. Pour ce faire, la toxine se lie à la membrane du nerf grâce à sa chaîne lourde, ce qui permet à sa chaîne légère de s'attaquer

au complexe protéique produisant l'acétylcholine. Ainsi, toute interaction entre notre système nerveux et musculaire est bloquée. Cependant, la gravité de la paralysie et le nombre de muscles affectés dépendent de la quantité de toxine ayant pénétré dans notre corps.

C'est d'ailleurs le principe derrière son utilisation en médecine. Le médecin injecte directement cette toxine produite sous le nom de Botox et son utilisation adéquate et minimale ne représente aucun risque démontré jusqu'à aujourd'hui. Premièrement, la toxine utilisée en médecine est de type A et un sérum existe en cas d'intoxication. De plus, la quantité de toxine injectée est minutieusement calculée de façon à être largement inférieure à la dose pouvant affecter l'organisme. Cette concentration de la dose injectée est exprimée sous forme d'unité Allergan. Le flacon de Botox le plus concentré contient 200 unités Allergan alors que la dose pouvant provoquer le botulisme est d'environ un million d'unités. De cette façon, l'action de la toxine est grandement limitée, ce qui permet aux médecins de cibler des zones et des muscles de façon localisée. C'est donc ce qui explique l'utilisation du Botox pour traiter dans de multiples sphères de la médecine moderne.

Botox n'est en fait qu'une marque de produit à base de toxine botulique tout comme Vistabel, plus connue en France. Il existe deux types de Botox : le Botox médical et le Botox cosmétique, le plus connu. C'est ce dernier qui est utilisé en médecine esthétique dans le traitement des rides du visage. Le Botox cosmétique permet d'atténuer les rides dites d'expression. Ces rides sont dues aux contractions répétées des muscles du visage dont la peau, au fil des années, perd son élasticité

en raison du manque progressif de deux protéines : le collagène et l'élastine, donnant respectivement la résistance et l'élasticité à la peau. Les muscles liés aux expressions du visage font donc en sorte que la peau se plisse et donne parfois des airs tristes ou sévères. Par l'action de la toxine botulique, ces muscles seront ciblés et légèrement paralysés, ce qui relâchera la peau et lui donnera une apparence plus lisse. Cependant, l'utilité du Botox médical est beaucoup plus vaste, mais moins connue. Il est utilisé pour traiter des migraines chroniques, des problèmes oculaires, de transpirations excessives ou des spasmes musculaires. Par contre, l'effet de la toxine sur nos muscles a une durée limitée, les injections devant être refaites en moyenne tous les quatre mois. Ces effets temporaires peuvent être rassurants en cas de résultats décevants, augmentant ainsi la popularité du produit avec 6,1 millions d'injections en 2012, dont 91 % étaient pour des femmes.

L'apparence physique a sans aucun doute pris de l'importance ces dernières années et c'est pourquoi il faut se questionner sur cette obsession qui semble hanter de plus en plus de personnes. L'utilisation du Botox doit donc être contrôlée et modérée.

RÉFÉRENCES :

- BOTOX COSMETICS. *OnabotulinumtoxinA, About Botox Cosmetics* [en ligne], (Consulté le 10 avril 2014) <http://www.botoxcosmetic.com/default.aspx>.
- LE SAVIEZ-VOUS? *Le poison le plus puissant du monde* [en ligne], (Consulté le 8 avril 2014) <http://www.le-saviez-vous.fr/2010/10/le-poison-le-plus-puissant-au-monde.html>.
- PRIEUR, Benoit. *Botox : Guide de la Toxine Botulique, Qu'est-ce que le Botox?* [en ligne], (Consulté le 2 avril 2014) <http://www.toxinebotulique.org/>.

LA FIN D'UN CAUCHEMAR?

Par Audrey Pinsonneault et Janie Beaudoin

Saviez-vous que près de 1 % de la population mondiale est affectée par la schizophrénie? Afin d'aider ces gens, des neuroleptiques sont présentement utilisés pour atténuer les hallucinations. Cependant, l'arrivée des implants bioniques, un nouveau traitement innovateur, pourrait grandement changer la vie de ces personnes!

La schizophrénie, contrairement à ce que certaines personnes pourraient penser, n'affecte pas l'intelligence, mais apporte plutôt des déficits cognitifs qui perturbent l'attention, la mémoire, l'apprentissage et le traitement d'informations. Les experts ont découvert que la schizophrénie est causée par un problème de communication entre certaines cellules nerveuses, plus précisément au niveau des neurotransmetteurs. Lorsqu'une cellule nerveuse déploie ses prolongements vers une autre cellule, des substances chimiques sont libérées pour assurer le transfert d'un message; c'est ce qu'on appelle des *neurotransmetteurs*. Ces derniers régissent les émotions, les mouvements, les pensées, les fonctions cognitives (mémoire, concentration, jugement, etc.) et les fonctions de survie. Dans le cas des schizophrènes, les principaux neurotransmetteurs défectueux sont la dopamine, la sérotonine et le glutamate. La dopamine est impliquée dans le contrôle du mouvement et de la posture, mais joue aussi un rôle sur l'humeur, sur le renforcement positif et le développement d'une dépendance. Ensuite, lorsqu'il y a un déséquilibre de sérotonine, comme c'est le cas chez les schizophrènes, des symptômes de dépression, des envies suicidaires, des comportements impulsifs et de l'agressivité sont remarqués. Finalement, une déféctuosité du glutamate est associée à des problèmes d'apprentissage et de mémoire.

Bien qu'ils ne sachent pas ce qui cause ces déféctuosités, les chercheurs ont remarqué que certains facteurs peuvent déclencher les symptômes chez une personne susceptible d'être touchée par la schizophrénie. D'abord, un point important à considérer est qu'il existe un lien entre la cause biologique (les neurotransmetteurs défectueux) et le stress de l'environnement. De plus, lors d'une grossesse, différents facteurs comme la prise de drogues, la grippe et la famine peuvent avoir déclenché une ano-

malie d'un gène affectant la croissance du cerveau du fœtus, comme c'est le cas pour 50 % des schizophrènes, tel que le précise l'association des médecins-psychiatres du Québec. D'ailleurs, l'hérédité est également un facteur déterminant, puisque plus un individu est génétiquement près d'une personne ayant cette maladie, plus il voit ses risques d'être lui-même atteint augmenter. Cependant, les spécialistes doutent qu'une seule cause soit à l'origine de la schizophrénie.



FIGURE 1 La schizophrénie occasionne de multiples symptômes.

Source : Marco Castellani, Caste, 15 janvier 2010, Flickr : <https://www.flickr.com/photos/caste/4276710116/>.

Conséquemment, une personne atteinte de schizophrénie peut éprouver des difficultés à établir un contact avec son entourage, être envahie par des idées ou des impressions étranges, être victime d'hallucinations visuelles et auditives, avoir de la difficulté à distinguer le réel de l'imaginaire, croire que certains complots sont montés contre elle et se replier sur elle-même.

Ce traitement consisterait à introduire des implants bioniques, constitués d'électrodes, au niveau du lobe frontal du cerveau d'un patient afin de réguler la stimulation des neurones.

La médication présentement utilisée pour traiter la schizophrénie est composée de neuroleptiques. Malheureusement, ce traitement ne peut guérir la schizophrénie, mais permet de réduire les symptômes qui y sont associés. Les neuroleptiques agissent principalement sur le système dopaminergique du cerveau qui, comme nous l'avons vu précédemment, est affecté chez une personne schizophrène. De nos jours, le traitement le plus prescrit est composé d'antipsychotiques dits atypiques qui font partie de la classe des neuroleptiques. Ceux-ci ont amélioré la condition des gens souffrants de schizophrénie en diminuant les symptômes qui étaient associés aux premiers neuroleptiques utilisés. En effet, ces nouveaux types de neuroleptiques, comme le *Zyprexa*, le *Risperdal* et le *Leponex*, diminuent les effets secondaires extrapyramidaux, c'est-à-dire la rigidité musculaire, les tremblements et plusieurs autres. En réalité, les antipsychotiques atténuent les plus importants symptômes de cette psychose, soit les hallucinations, les délires, les comportements étranges et le langage incohérent. Cependant, des effets négatifs sont tout de même remarqués après la prise de ces médicaments.



FIGURE 2 Le Zyprexa (olanzapine) est un exemple d'antipsychotique dit atypique.

Source : Raining, 27 décembre 2007, Wikipedia : <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Zyprexa.PNG>

Tout d'abord, il peut y avoir une prise de poids apparente de la part du patient, entraînant alors un risque de diabète. Il devient donc indispensable que le patient suive une diète saine ainsi qu'un programme d'exercices adéquat. De plus, les neuroleptiques peuvent avoir des effets secondaires amenant l'hypotension artérielle, des troubles du mouvement (surtout au niveau du visage), une indifférence par rapport aux situations stressantes (ataraxie),

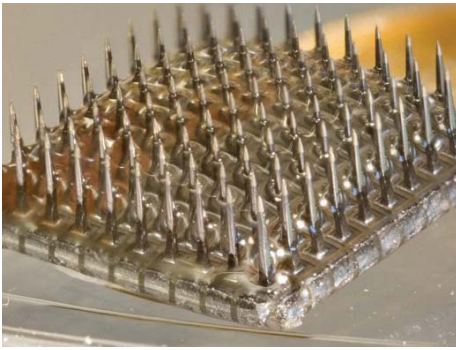


FIGURE 3 Un exemple d'implant cérébral mesurant 2 mm x 2 mm.

Source : Bryan Jones, BVW Jones, 13 août 2009, Flickr : <https://www.flickr.com/photos/bwjones/3829045886/>.

une sécheresse buccale, une congestion nasale, une vision embrouillée, un rythme cardiaque élevé (tachycardie), de la constipation, de la rétention urinaire, une inhibition d'éjaculation et de la somnolence.

Donc, afin d'éviter ces désagréments, un nouveau traitement innovateur pourrait être amené sur le marché consécutivement à l'annonce de tests concluants. Ce traitement consisterait à introduire des implants bioniques, constitués d'électrodes, au niveau du

lobe frontal du cerveau d'un patient afin de réguler la stimulation des neurones. Cette structure serait créée à partir de polymères organiques conducteurs qui ont déjà fait leurs preuves lors de la stimulation de muscles et de tissus nerveux, comme l'indique l'initiateur du projet le professeur Xu-Feng Huang, le directeur de recherche d'Illawarra Health and Medical Research Institute de l'Université de Wollongong, en Australie. Ce procédé aurait pour but de soulager les symptômes les plus problématiques de la schizophrénie tout en évitant les effets secondaires associés aux neuroleptiques, car, contrairement à ces derniers, ils régleraient la source même du problème. Ces implants fonctionneraient sur le même principe que les implants auditifs, c'est-à-dire en libérant un influx électrique par l'entremise d'électrodes qui stimulera la bonne communication entre les neurones. Cela est possible étant donné qu'ils sont en mesure de lire et de contrôler les signaux cérébraux. La plupart du temps, les électrodes sont alimentées par une batterie qui est rechargée par induction électromagnétique, une technique ne nécessitant aucune chirurgie. Les implants seraient installés à l'aide d'un bras

robotique assurant un maximum de précision et minimisant alors les erreurs de manipulations. Ainsi, l'efficacité et la réussite du traitement seraient davantage assurées.

En bref, si les tests sont concluants, cette nouvelle technologie serait une grande avancée médicale dans le domaine de la psychiatrie. En effet, il semblerait que ces implants bioniques auraient également la capacité de traiter d'autres psychoses aux causes similaires et étant du même type que la schizophrénie. Avec ceux-ci, la qualité de vie des patients pourrait être améliorée tout en réglant le dysfonctionnement cérébral à la source.

RÉFÉRENCES :

- PITT, Elise. *University Of Wollongong, Bionic Implant to Treat Mental Illness Under Development*, 20 novembre 2013 [en ligne], (Consulté 9 mars 2014) <https://media.uow.edu.au/news/UOW161660.html>.
- ACJQ. *Problèmes de santé mentale et recours aux médicaments psychotropes: fiches d'information à l'intention des intervenants jeunesse*, [en ligne], (Consulté le 9 mars 2014). http://fichespsycho.acjq.qc.ca/meds_antipsychotiques.html.
- SQS. *Société québécoise de la schizophrénie, Qu'est-ce que la schizophrénie*, [en ligne], (Consulté le 6 mars 2014). <http://www.schizophrénie.qc.ca/quest-ce-que-la-schizophrénie.html>.

LORSQUE NOTRE SUBSISTANCE DEVIENT NOTRE DÉCHÉANCE

Par Tristan Brunette-Clément, David Jacques-Michaud et Rémi Simard

De sa naissance à sa mort, le Soleil, vaste usine nucléaire, fournit l'énergie essentielle à la vie sur Terre. Toutefois, cet atout de taille se retournera-t-il un jour contre nous ?

À la nuit des temps, il y a plus de 4,57 milliards d'années, le voisinage de notre système solaire actuel n'était qu'un gigantesque nuage de particules appelé nébuleuse primitive et atteignait des dizaines de milliers de fois la masse du Soleil. À la suite d'un événement déclencheur d'une dimension astronomique, cet amas d'hydrogène et d'hélium a entamé une contraction gravitationnelle sur lui-même. Sous l'effet de leur propre gravité, les particules du nuage se sont agglomérées en tourbillonnant, devenant de plus en plus chaudes et fragmentant la nébuleuse en composantes appelées *globules de Bok*.

Parmi eux, l'un allait devenir notre étoile. Atteignant finalement une luminosité de plusieurs centaines de fois celle du Soleil, ce globule a formé un disque de gaz et de poussières d'environ 200 unités astronomiques, soit 284 milliards de terrains de football, entourant une nouvelle formation très chaude appelée *protoétoile*. Ce disque a aussi donné naissance aux planètes, créées par l'agglomération graduelle de matière.

Alors que la densité de l'embryon d'étoile augmentait toujours, une valeur critique a été atteinte et la luminosité a chuté. L'enveloppe gazeuse ne permettait plus à la lumière et à la chaleur de s'échapper, un peu comme le ferait le CO₂ causant l'effet de serre sur Terre. À l'intérieur de la protoétoile, la température et la pression ont alors connu une hausse significative, marquant la fin de sa maturation et le début de la période stable que nous voyons aujourd'hui : la séquence principale.



FIGURE 1 Nébuleuse de la Carène en lumière visible et en lumière infrarouge. La photo du dessous (infrarouge) permet de très bien voir les étoiles en formation dans la nébuleuse. Source : NASA, ESA, and the Hubble SM4 ERO Team. *Carina Nebula*, 2014. <http://sci.esa.int/jump.cfm?oid=45483>.

Effectivement, à peine 50 millions d'années après sa naissance, le Soleil, sous l'effet de son immense gravité, a entamé la fusion de l'hydrogène! Les atomes d'hydrogène et d'hélium composant jadis la nébuleuse étaient alors si comprimés par leur propre gravité que la pression (densité 150 fois supérieure à celle de l'eau!) et la température (15 000 000°C!) étaient assez élevées pour contrer la répulsion qu'ils exercent naturellement l'un sur l'autre. Pour bien comprendre ce phénomène, imaginez deux aimants que l'on tenterait d'unir par leurs pôles Nord. Cette situation est normalement impossible, à moins qu'une force incroyable réussisse à surpasser la force électromagnétique. Au cœur du Soleil, la force de la gravité est si grande qu'elle réussit à former un nombre inimaginable de noyaux d'hélium (environ 10^{57} !), chacun étant formé à partir de quatre noyaux d'hydrogène.

Toutefois, d'où vient la relative stabilité de la séquence principale? Qu'est-ce qui équilibre l'impitoyable gravité? La fusion est une réaction qui produit énormément d'énergie. Au cœur du Soleil, elle dégage l'équivalent de $9,1 \times 10^{10}$ mégatonnes de TNT chaque seconde! Cette énergie est émise sous forme de rayons hautement énergétiques. Ceux-ci parcourent alors les couches externes du Soleil, perdant de l'énergie avant d'être émis sous forme de chaleur et de lumière. L'énergie « perdue », elle, réchauffe en fait l'intérieur du Soleil et produit une pression vers l'extérieur, équilibrant parfaitement la gravité, qui pousse vers l'intérieur. Pour comprendre, imaginez deux lutteurs de sumo poussant dans des directions opposées avec la même force. Le résultat : rien ne bouge! C'est de cet équilibre que vient la stabilité du Soleil.

Pour ce qui est de la vie sur Terre, ce sont les émissions énergétiques du Soleil, énoncées précédemment, qui ont permis son éclosion. En effet, notre planète se trouve dans une

région de l'espace où celles-ci possèdent exactement la bonne quantité d'énergie pour, entre autres, permettre de retrouver de l'eau liquide, élément fondateur de la vie. On appelle cette région la zone habitable.

Néanmoins, la stabilité du Soleil n'est pas parfaite et cela s'avèrera un inconvénient majeur pour la vie sur Terre. En effet, bien qu'il y ait suffisamment d'hydrogène dans le Soleil pour que la séquence principale dure encore pendant 5,4 milliards d'années, au fur et à mesure que cet élément est transformé en hélium, les propriétés de notre étoile changent. Ceci provoque une augmentation de la chaleur et de la luminosité du Soleil de 10 % par milliard d'années. Ainsi, la zone habitable s'éloigne graduellement du Soleil, si bien qu'elle sera à la distance de Mars dans 1,4 milliard d'années. L'humanité devra la suivre si elle veut survivre! Toutefois, elle ne pourra pas toujours fuir l'inévitable... À la longue, l'hydrogène sera complètement épuisé. Alors, la gravité l'emportera. Cet événement marquera le début d'une phase dévastatrice : la géante rouge.

Dès lors, le cœur se contractera sous l'effet de la gravité, entraînant les couches extérieures avec lui. En tombant vers le centre, les particules des couches externes vont acquérir assez d'énergie pour entamer la fusion à l'extérieur du noyau. Cette fusion causera ensuite une gigantesque expansion du Soleil. À ce stade, le Soleil aura un diamètre à peu près équivalent à l'orbite de la Terre. Ce scénario n'est pas vraiment idéal pour la vie sur notre planète, puisqu'advenant que nous soyons chanceux et que le Soleil n'englobe pas notre planète, la température à la surface d'une géante rouge est d'environ 4000 °C et sa luminosité, 10 000 fois supérieure à celle du Soleil actuel. Inévitablement, la Terre deviendra un véritable barbecue à humains.

À ce stade, le Soleil aura un diamètre à peu près équivalent à l'orbite de la Terre. Inévitablement, la Terre deviendra un véritable barbecue à humains.

Or, l'hydrogène des couches externes finira aussi par être totalement utilisé. Le déséquilibre des forces se retournera alors contre le cœur du Soleil et son centre deviendra encore plus chaud et dense, jusqu'à atteindre un point critique où celui-ci commencera à former du carbone à partir de l'hélium déjà présent. Ce phénomène, appelé « flash de l'hélium », sera tellement énergétique qu'il expulsera la couche de surface du Soleil, propulsant l'hydrogène dans l'espace. Le noyau résiduel se contractera et se dilatera quelques fois avant de se stabiliser sous la forme d'un cœur de carbone entouré d'hydrogène et d'hélium, appelé *naine blanche* et ne produisant plus d'énergie. Sa densité atteindra 1 000 000 g/cm³, l'équivalent de 1 000 litres d'eau condensés dans un dé à jouer!

Cette boule de carbone extrêmement chaude se refroidira graduellement et paisiblement, après avoir causé un énorme désastre. Notre unique chance de survivre à cette apocalypse sera de trouver une nouvelle planète dans un nouveau système stellaire où déménager sept-milliards de « tatas »...

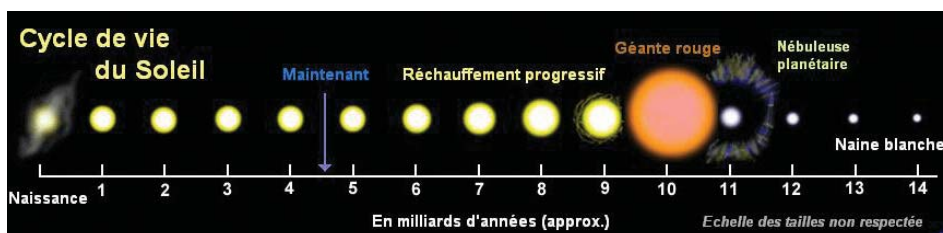


FIGURE 2 Cycle de vie du Soleil, de la nébuleuse à la naine blanche.
Source : Tablizer (Traduit par Kokin) *Vie du Soleil*, 2006. Wikimedia Commons: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vie_du_soleil.jpg, consulté le 8 avril 2014.

RÉFÉRENCES :

- SCHNEIDER, Steven & ARNY, Thomas. *Main Sequence Stars* [en ligne], (Consulté le 31 mars 2014). <http://abyss.uoregon.edu/~js/ast122/lectures/lec14.html>.
- NASA : JAMES WEBB SPACE TELESCOPE. *Webb Science: The Birth of Stars and Protoplanetary Systems* [en ligne], (Consulté le 1^{er} avril 2014). <http://jwst.nasa.gov/birth.html>.
- GEORGIA UNIVERSITY. *Hyperphysics, Astrophysics* [en ligne], (Consulté le 31 mars 2014). <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>.

LA GÉOTHERMIE, C'EST CHALEUREUX!

Par Marc-Antoine Laberge et Charles-Antoine Jean



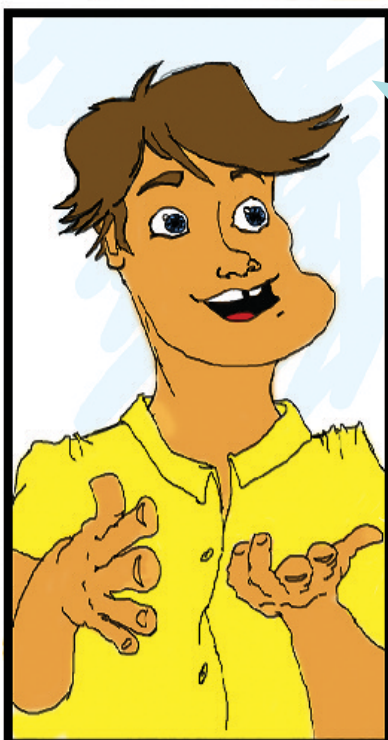
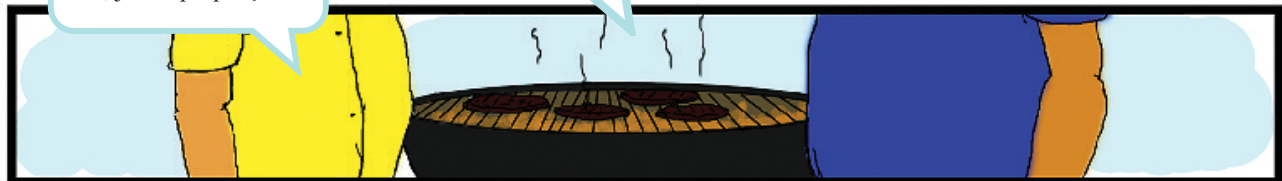
La nouvelle technologie écologique qui prend la chaleur de la terre pour chauffer les maisons?



En fait ce n'est pas si nouveau que ça, la première exploitation de cette «nouvelle» technologie date de 1902. Dans les années 50, les combustibles fossiles venaient de faire leur apparition et le monde, à cause de cette découverte, a complètement négligé les sources d'énergies écologiques. Dans ce temps-là, ils ne savaient pas que le pétrole était aussi polluant et qu'un jour on en manquerait. La géothermie est donc tombée dans l'oubli, même si son développement était déjà entamé.

Parles-moi de ça, ça m'intéresse.

Ok, je t'explique ça !



La géothermie veut littéralement dire « la chaleur de la terre ». Le principe est vraiment simple : on prend la chaleur produite par le noyau de la Terre, qui est emprisonnée dans la croûte terrestre, et on la transfère vers les maisons ou on s'en sert pour produire de l'électricité. On sait que la chaleur augmente de façon constante au fur et à mesure que la profondeur augmente. On appelle ce phénomène le *gradient géothermique*. C'est pour cela que l'on peut installer un système géothermique à peu près partout. Au Québec, le gradient est environ de 7°C par 100 m de profondeur, ce qui est très bon. Pourtant la géothermie reste quelque chose de très rare. Tout d'abord, une thermopompe envoie un fluide caloporteur, c'est-à-dire qui transmet bien l'énergie thermique, à travers des tuyaux qui traversent la terre. Ce liquide, par exemple de l'eau, absorbe la chaleur du sol grâce à sa forte capacité thermique massique et retourne vers la maison pour la chauffer. La capacité thermique massique est déterminée par la quantité d'énergie qu'il faut apporter à un gramme de liquide pour élever sa température d'un Kelvin. Cette constante est de 4,18 J/(g•K) pour l'eau, ce qui fait de ce liquide un excellent caloporteur. L'eau qui a maintenant donné toute sa chaleur à la maison sera réinjectée dans la terre pour continuer le cycle de réchauffement. C'est le même principe quand on utilise la géothermie pour refroidir la maison en été. La chaleur de la maison est absorbée par le fluide et retournée dans la terre, exactement comme le fait un réfrigérateur avec la chaleur des aliments.

La géothermie permet aussi de produire de l'électricité. Encore une fois, on utilise de l'eau. Toutefois la température du sol doit être beaucoup plus élevée, c'est-à-dire de 90°C à 250°C, le principe étant d'amener l'eau à l'état d'ébullition dans le but de produire de la vapeur. Cette vapeur sert à faire tourner une turbine qui active une dynamo afin de produire de l'électricité. Malheureusement, les installations sont très volumineuses; tu ne peux donc pas en installer une dans ton jardin.

Il en existe un peu partout dans le monde, mais les centrales les plus importantes sont en Californie.

C'est un endroit plus que propice à l'exploitation électrique puisqu'il y a de nombreux geysers.

Enfin, il existe une classification des zones pour les différents types d'exploitations. Le bassin sédimentaire est le plus commun et celui le plus utilisé pour le chauffage; la température moyenne du sol varie de 12°C à 150°C dans les cas les plus extrêmes. Ensuite, il y a les zones de sources thermales dont la température moyenne varie de 12°C à 80°C et les zones de chaleur anormales, caractérisées par des températures moyennes très élevées allant de 80°C à 350°C. Ces deux derniers champs géothermiques sont des régions volcaniques récentes. Tu ne tiens pas à aller là-bas !



Malgré sa faible popularité, la géothermie est une excellente source d'énergie alternative, car la chaleur du noyau terrestre est presque inépuisable et accessible pour tout le monde. Le seul inconvénient de cette technologie, comme pour toutes les sources d'énergies renouvelables, est le coût initial élevé de l'installation. Toutefois, le fait de produire de la chaleur avec très peu de dépense de gaz naturel ou d'électricité est grandement avantageux à long terme. Bien que la production d'électricité par la géothermie soit nettement faible comparativement aux centrales nucléaires, elle ne dégage absolument aucun déchet nocif pour l'environnement. C'est pour ça que je dis que ce n'est pas une dépense, mais plutôt un investissement!



... Pis les marmottes dans ta cours?
Penses-tu que ça va les déranger?



Je pense bien qu'elles
vont être correctes!

Charlie? Est-ce que ça va?



Awwwww oui, c'est chaud
et c'est bon, viens essayer ça !

RÉFÉRENCES :

- ADEME, *Géothermie perspectives* [en ligne], (Consulté le 31 mars 2014) <http://www.geothermie-perspectives.fr/article/ressource-consommation-techniques-employees>.
- GOGUEL, Jean, VARET, Jacques, *Aujourd'hui dans l'Universalis* [en ligne], (Consulté le 31 mars 2014) <http://www.universalis-edu.com/ezproxy.colval.qc.ca/encyclopedie/geothermie/>.
- ECOTHERMEX, *Qui sommes nous?* [en ligne], (Consulté le 31 mars 2014) <http://www.ecothermex.com/geothermie>.
- RAYMOND, Jasmin, *Le potentiel géothermique du Canada avec regard sur le Québec* [en ligne], (Consulté le 5 avril 2014) http://gres.uqat.ca/Rad-Files/presentation_parties_1_2.pdf.

Les finissants en Sciences de la nature du Collège de Valleyfield et leurs professeurs



Ici, on a un plan **POUR TOI!**

Sciences de la nature

Au Collège de Valleyfield, le programme **Sciences de la nature** permet de comprendre le fonctionnement du corps, l'interaction entre les atomes et les phénomènes physiques et mathématiques décrivant notre univers. Les finissants de cette formation préuniversitaire pourront un jour contribuer au développement de nouveaux outils ingénieux, de médicaments, de soins de santé, de théorèmes physiques et mathématiques, de procédés chimiques, etc.

Tu rêves de découvrir un phénomène scientifique ?
Tu veux marquer le monde des sciences au XXI^e siècle?

AU COLLÈGE DE VALLEYFIELD, ON A UN PLAN POUR TOI!

DOUBLE DEC

Sciences de la nature
et **Arts visuels**

3 ANS >>> 2 FORMATIONS

>>> la combinaison parfaite pour TES passions!

Nos finissants
sont admis à **l'Université**
davantage que la
moyenne provinciale!

Étudiant d'un jour **AU COLLÈGE DE VALLEYFIELD**

JOURNÉE COMPLÈTE OU DEMI-JOURNÉE
d'exploration dans les classes du programme de ton choix!
Renseignement et inscription : www.colval.qc.ca/edj

 **Collège de Valleyfield**
L'HISTOIRE • L'EXPÉRIENCE • LE SUCCÈS

www.colval.qc.ca
communication@colval.qc.ca
450 373-9441 poste 253



Syndicat des
ENSEIGNANTES ET DES ENSEIGNANTS
du Collège de Valleyfield

animalerie
FELIX
pet shop